

**Univerzita Karlova
Přírodovědecká fakulta**

Studijní program: Chemie

Studijní obor:

Chemie se zaměřením na vzdělávání – Matematika se zaměřením na vzdělávání



Věra Andrlíková

Vizualizace základních tvarů molekul v organické chemii

The visualization of basic shapes of organic molecules

Bakalářská práce

Vedoucí práce: RNDr. Milada Teplá, Ph.D.

Praha, 2019

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně pod vedením RNDr. Milady Teplé, Ph.D. Všechny použité informační zdroje a literaturu jsem řádně citovala. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne:

.....

Podpis

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucí bakalářské práce RNDr. Miladě Teplé, Ph.D. za odborné vedení, ochotu, trpělivost a čas, který mi věnovala při psaní této bakalářské práce.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá výukou tématu vizualizace tvarů molekul v organické chemii a typy vazeb v souvislosti s orbitaly na gymnáziích.

Teoretická část zkoumá zařazení tématu vizualizace tvarů molekul v RVP G a ŠVP několika vybraných gymnázií. V rámci obsahu vizualizace je kladen důraz na molekuly alkanů, alkenů a alkynů, vazby v nich (jednoduchá, dvojná a trojná vazba) a souvislost s orbitaly a hybridizací při vzniku těchto vazeb. Teoretická část dále obsahuje soubor hodnotících kritérií pro analýzu vybraných didaktických prostředků.

Praktická část se věnuje hodnocení vybraných didaktických prostředků (učebnice, mobilní aplikace pro chytré telefony, webové stránky a videa). Analýza je provedena na základě hodnotících kritérií uvedených v teoretické části. Dále se praktická část zabývá didaktickým zpracováním vyučovací hodiny, která se věnuje tématu tvary molekul a vazby v nich. V návrhu hodiny je kladen důraz na vizualizaci molekul.

Klíčová slova

Vizualizace, Organická chemie, Výuka, Tvary molekul, Mobilní aplikace

Abstract

This bachelor thesis focuses on teaching using visualization of shapes of molecules in organic chemistry in contexts with orbitals at grammar schools.

The theoretical part explores the classification of the topic in the Czech Framework Education Programme as well as in selected grammar school curricula. Within the content of the visualization, the emphasis is placed on molecules of alkanes, alkenes and alkynes, bonds (single, double and triple bonds) and the association with molecular orbitals and hybridization. The theoretical part also dedicates to a set of criteria for analysis of didactic materials.

The practical part devotes to evaluation of selected didactic materials (textbooks, mobile applications for smartphones, websites and videos). The analysis was based on criteria given in the theoretical part. The practical part deals more deeply with the practical processing of lesson which devotes to the topic of shapes of molecules and bonds. The visualisation of molecules plays a key role in the proposed lesson plan.

Key words

Visualization, Organic chemistry, Education, Shapes of molecules, Mobile applications

Seznam použitých zkratk:

2D – dvoudimenzionální

3D – trojdimenzionální

CD-R – Compact Disc Recordable

CMIARE resp. C-M-I-A-R-E – Didaktický cyklus

(C – cíl, M – metoda, I – instrukce, A – akce, R – reflexe, E – evaluace)

ČR – Česká republika

ČSÚ – Český statistický úřad

ELUC – Elektronická učebnice

MB – megabyte

MS – Microsoft

OCV – Organic Chemistry Visualized

OSV – Osobnostní a sociální výchova

PDF – Portable Document Format

RVP – Rámcový vzdělávací program

RVP G – Rámcový vzdělávací program pro gymnázia

ŠVP – Školní vzdělávací program

VSEPR – Valence shell electron pair repulsion

Obsah

1	Úvod	9
1.1	Cíle bakalářské práce	11
2	Teoretická část	12
2.1	Vizualizace jako pojem a její funkce	12
2.2	Vizualizace tvarů molekul v kurikulárních dokumentech	14
2.2.1	Rámcový vzdělávací program pro gymnázia	14
2.2.2	Školní vzdělávací program pro gymnázia	15
2.3	Didaktické prostředky a kritéria pro jejich hodnocení s důrazem na vizualizaci základních tvarů molekul v organické chemii	18
2.3.1	Didaktické prostředky a cíl jejich analýzy	18
2.3.2	Učebnice	19
2.3.3	Aplikace pro chytré mobilní telefony	21
2.3.4	Webové stránky	22
2.3.5	Animace a videa	23
2.4	Didaktický cyklus C-M-I-A-R-E a fáze hodiny	24
3	Praktická část	26
3.1	Hodnocení učebnic	26
3.1.1	Chemie pro čtyřletá gymnázia, 2. díl	26
3.1.2	Přehled středoškolské chemie	29
3.1.3	Odmaturuj z chemie	32
3.1.4	Shrnutí hodnocení učebnic	34
3.2	Hodnocení vybraných aplikací	34
3.2.1	ChemTube3D	35
3.2.2	Organic Chemistry Visualized (OCV)	37
3.2.3	Molecular Constructor	40
3.2.4	Shrnutí hodnocení aplikací	42

3.3	Hodnocení webových stránek	42
3.3.1	Elektronická učebnice (ELUC).....	42
3.3.2	E-Chembook	45
3.3.3	ChemTube3D	47
3.3.4	Shrnutí hodnocení webových stránek	49
3.4	Hodnocení videí	50
3.4.1	Khanova škola.....	50
3.4.2	Hybrid Orbitals explained – Valence Bond Theory	52
3.4.3	EthaneBonding, EtheneBonding, EthyneBonding.....	54
3.4.4	Shrnutí hodnocení videí	55
3.5	Didaktické zpracování vyučovací hodiny	55
3.5.1	Motivační fáze	57
3.5.2	Expoziční fáze s prvky fixace	58
3.5.3	Fixační fáze.....	64
3.5.4	Balonky	67
4	Diskuse	69
5	Závěr.....	73
6	Použité zdroje	74
7	Přílohy	1
	Příloha č. 1: Organická čtyřsměrka	2
	Příloha č. 2: Pracovní list	3
	Příloha č. 3: Organické puzzle	5

1 Úvod

Žáci by neměli vnímat chemii rozdělenou do jednotlivých oborů, které spolu nesouvisí. Je na vyučujícím, aby žákům dokázal zprostředkovat souvislosti a ukázal jim, že některé poznatky již znají a pouze je stačí aplikovat. Toto je i osobní zkušenost autorky práce při studiu na gymnáziu. Vždy bylo při výuce pozitivní, pokud byla možnost aplikovat naučené poznatky a tím si upevnit jejich osvojení. Zároveň bylo velmi vhodné, pokud vyučující byl schopen předávat souvislosti mezi jednotlivými tématy a nepředával pouze velké množství neprovázaných informací. Téma vizualizace základních tvarů molekul a vazeb v nich by mělo obsahovat souvislosti již získaných poznatků z obecné chemie s poznatky získanými v úvodu studia do organické chemie.

Na vizualizaci základních tvarů molekul v organické chemii nebývá ve výuce ani v současných středoškolských učebnicích kladen příliš velký důraz. V učebnicích nalezneme 2D obrázky, které v některých případech nemusí pomáhat pochopení dané problematiky. Proto je nutné hledat jiné dostupné didaktické prostředky, které by bylo možné zařadit do výuky. Bylo by vhodné více pracovat s prostorovými strukturami a tím rozvíjet schopnosti žáka. Vyučující by se měl snažit i o co nejintenzivnější využívání moderních technologií. [1] Měl by být kladen větší důraz na vzdělávací animace a videa, se kterými by žák mohl samostatně pracovat. Každý žák potřebuje trochu jiný způsob vysvětlení učiva, aby ho správně pochopil. Proto je vhodné žákům nabídnout několik způsobů vizualizace struktury molekul. Je pak větší pravděpodobnost, že si žáci mezi nimi vyberou tu, které nejlépe rozumí.

Vyučující by měl zařazovat do výuky moderní technologie jako je využití webových stránek, videí dostupných na internetu, nebo třeba mobilních aplikací pro chytré telefony. Možnost stáhnout si mobilní aplikaci, která je poskytována zdarma, mají k dispozici téměř všichni žáci, neboť dle průzkumu Českého statistického úřadu (ČSÚ) „Používání mobilního telefonu a internetu na mobilním telefonu“ používá 99,1 % žáků mobilní telefon a 95,4 % žáků využívá chytrý telefon. [2] Nabízí se této možnosti na školách využít a propojit tím běžně dostupné technologie se školní výukou. V praxi by to mohlo znamenat, že učitel doporučí žákům nainstalování vhodné vzdělávací aplikace, se kterou budou žáci pracovat nejen v hodině ale např. i při vypracování domácího úkolu. Žákům vyučující ukáže, že informace jsou pro ně dostupné v běžném denním životě

a možná tak docílí i toho, že se žák bude o probírané téma více zajímat i mimo školní prostředí.

Zvýšení žákova zájmu lze též docílit tím, že do výuky zařadíme různé aktivizační metody, čímž dojde k oživení zájmu žáků o práci ve výuce a též poslouží k nácviku a rozvoji dovedností pro řešení náročnějších úkolů a činností. [3] Žák poté nebude pouze v roli pasivního příjemce poznatků, ale stane se z něj aktivní účastník vzdělávacího procesu. Vhodně zvolenou aktivizační metodou může žák nejen získávat nové poznatky, ale též je přímo aplikovat. Zároveň si žáci mohou pomáhat mezi sebou, což může být výhodné zvláště pro žáky, kterým dělá pochopení látky větší problémy, neboť se třeba méně ostýchají zeptat se svého spolužáka než učitele.

1.1 Cíle bakalářské práce

Cíle bakalářské práce jsou:

- Provést analýzu Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia a školních vzdělávacích programů vybraných gymnázií s důrazem na vizualizaci základních tvarů molekul v organické chemii.
- Sepsat vhodná kritéria pro hodnocení různých druhů didaktických prostředků (učebnice, mobilní aplikace, webové stránky a videa), která budou směrodatná při hodnocení a následném výběru didaktického prostředku a jeho zařazení do výuky.
- Na základě sepsaných kritérií provést analýzu vybraných didaktických prostředků.
- Vytvořit materiály pro přípravu na vyučovací hodinu, která se bude zabývat problematikou vizualizace základních tvarů molekul a vazeb v nich. Hodina bude zahrnovat i aktivizační metody. K výukovým materiálům budou sepsány metodické pokyny.

2 Teoretická část

Teoretická část obsahuje vymezení pojmu vizualizace a její funkce, analýzu Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia a analýzu školních vzdělávacích programů několika zvolených gymnázií v České republice a jejich stanovisek k vizualizaci tvarů molekul ve výuce organické chemie. Kapitola se dále zabývá didaktickými prostředky se zaměřením na hodnotící kritéria pro analýzu dostupných učebnic, mobilních aplikací pro chytré telefony, webových stránek, videí a animací. Poslední část je věnována didaktickému cyklu C-M-I-A-R-E a fázím vyučovací hodiny.

2.1 Vizualizace jako pojem a její funkce

Vizualizace (z lat. *visus* – zrak) je dle V. Spousty definovaná jako operace transformující určitý jev (objekt, proces), jeho strukturu, systémové vazby a charakteristické vlastnosti do podoby umožňující jeho zrakové vnímání. [4] Vizualizace je tedy názorné grafické vyjádření vztahů mezi pojmy a usnadňuje žákům a studentům:

- pochopení učiva;
- překódování učiva do podoby, která se lépe pamatuje;
- zapamatování učiva;
- rekonstruování učiva, pokud přibývají nové poznatky. [5]

Předměty/jevy a jejich zobrazení, znázornění, které člověk vnímá zrakem, označujeme termínem vizuália. [4]

Vizuálie upoutají pozornost a zvyšují její intenzitu a soustředěnost, podporují zapamatování a rozvíjejí paměť, představivost i fantazii. Provokují k samostatnému myšlení, které je podporováno systematičností a klasifikací zobrazených jevů, zvýrazněním jejich podstatných znaků a vzájemných vztahů. [4]

Ve vzdělávacím procesu je aplikace vizuálií ceněna především pro rozvoj psychických vlastností a schopností žáků a pro jejich psychodidaktické hodnoty a funkce. [4] Podle V. Spousty [4] byla vytvořena následující tabulka 1, která shrnuje didaktické funkce vizuálií.

Tabulka 1 – Didaktické funkce vizuálií [4]

Funkce vizuálií	Způsob uplatnění
poznávací	poskytují prostředek k důkladnějšímu a objektivnějšímu poznání reálných předmětů a jevů, umožňují syntetizovat smyslové a abstraktní poznání a napomáhají tak rozvíjet abstraktní poznávací schopnosti a myšlení
vzdělávací	promyšleně strukturovanými vizualizovanými soubory informací zabezpečit osvojení poznatků
explikativní (reprezentující)	vizuální prostředek napomáhá při výkladu nové problematiky pochopit slovní sdělení, stává se tak oporou při řízení myšlenkových operací a směru myšlení
systemizační	informace předkládají přehledně a určitým způsobem strukturovaně a modifikované vzhledem k věku, mentální vyspělosti, znalostem a zkušenostem žáků
informační	předkládají studentovi v názorné podobě nové informace a umožňují mu tak znalosti získané dřívějším studiem doplnit, prohloubit a rozšířit
interpretační	schopnost dosáhnout zjednodušení, zestručnění, a tím i objasnění problému, pomáhají učícím se pochopit náročné partie učiva nebo abstraktní pojmy, které se vymykají jejich zkušenostem, a vytvořit v jejich mysli správnou (tzn. příslušnému jevu odpovídající) představu
akcelerační	urychlují pochopení a osvojení učiva, a tím i celý osvojovací proces, zestručňují problematiku, a tak zkracují čas potřebný pro výuku
fixační (petrifikační)	upevňují a začleňují poznatky, vědomosti, dovednosti a návyky a usnadňují jejich koordinaci a zařazení do již dříve vytvořeného systému žáka, opakováním učiva z jiného pohledu účinně napomáhají začlenění nových poznatků, vědomostí atd.
demonstrační	podílejí se na zprostředkované prezentaci jevů nebo činností
regulační	vizuália provádí při obrazném vyjádření řízení procesu a posloupnosti a návaznosti jeho jednotlivých etap
facilitační	usnadňují pochopení učiva a postižení souvislostí

Z hlediska procesuální stránky výuky lze vizualizovaných prostředků využít ve všech jejích fázích:

- při motivaci;
- při osvojování konkrétních poznatků;
- při formování představ a pojmů;
- při vytváření a upevňování vědomostních a dovednostních struktur;
- při integraci vědomostí, dovedností a zkušeností;
- při jejich aplikaci, kontrole a hodnocení učebních výsledků. [4]

2.2 Vizualizace tvarů molekul v kurikulárních dokumentech

Kapitola se věnuje obsahu vizualizace tvarů molekul v organické chemii v rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia. Dále kapitola obsahuje analýzu školních vzdělávacích programů tří vybraných gymnázií. V poslední části kapitoly je vymezen pojem didaktické prostředky a jsou zde sepsána kritéria pro hodnocení didaktických prostředků. Těchto kritérií bylo v praktické části využito pro analýzu vybraných didaktických prostředků.

2.2.1 Rámcový vzdělávací program pro gymnázia

Rámcový vzdělávací program (RVP) tvoří státní úroveň kurikulárních dokumentů v České republice. Pro následující analýzu byl vybrán pouze Rámcový vzdělávací program pro gymnázia (RVP G).

Chemie je v RVP G součástí vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Vzdělávací obsah chemie je v RVP G členěn do čtyř oblastí: Obecná chemie, Anorganická chemie, Organická chemie a Biochemie.

V oblasti Obecná chemie je formulován výstup „žák využívá znalosti o částicové struktuře látek a chemických vazbách k předvídání některých fyzikálněchemických vlastností látek a jejich chování v chemických reakcích“ a v obsahu učiva této vzdělávací oblasti je uveden údaj „stavba atomu“. [1] Do těchto výstupů by mohla spadat vizualizace tvarů molekul, kde by mohl vyučující zařadit do výuky souvislost mezi orbitaly, stavbou atomu uhlíku a jejím významem pro základní vazby v organické chemii a strukturou organických sloučenin.

V oblasti Organická chemie by vizualizace základních tvarů organických molekul mohla být zařazena v rámci očekávaného výstupu „žák zhodnotí vlastnosti atomu uhlíku významné pro strukturu organických sloučenin“. [1]

V RVP G však není v žádné oblasti chemie zmíněn přímo pojem vizualizace základních tvarů molekul ani její zapojení do výuky chemie.

Avšak v charakteristice vzdělávací oblasti je uvedeno, že přírodovědné vědy používají prostředky teoretické (ve výčtu jsou vypsány i modely, avšak bez bližší konkretizace). V cílovém zaměření oblasti Člověk a příroda je mimo jiné uvedeno, že vzdělávání v dané oblasti vede žáka k:

- tvorbě modelu přírodního objektu nebo procesu umožňujícímu pro daný poznávací účel vhodně reprezentovat jejich podstatné rysy či zákonitosti;
- využívání prostředků moderních technologií;
- používání adekvátních grafických prostředků k vyjadřování přírodních vztahů a zákonů. (upraveno dle [1])

V souladu s RVP a RVP G si každá škola vytváří školní vzdělávací programy (ŠVP), kde vymezí výstupy žáka a obsah učiva.

2.2.2 Školní vzdělávací program pro gymnázia

Školní vzdělávací program (ŠVP) tvoří školní úroveň kurikulárních dokumentů v České republice.

Kapitola se věnuje analýze ŠVP tří autorkou vybraných škol. Výběr byl proveden tak, aby analýza obsahovala ŠVP z různě zaměřených škol gymnaziálního typu a mohlo tak dojít k porovnání jednotlivých školních vzdělávacích plánů, obsahu učiva a časových dotací mezi jednotlivými školami.

Pro tuto práci byla vybrána tři gymnázia z České republiky, u nichž bylo pozorováno, jakým způsobem je vizualizace tvarů molekul v organické chemii zařazena ve výuce chemie:

- Gymnázium Jaroslava Vrchlického, Klatovy, Národních mučedníků 347 – všeobecné gymnázium;
- Gymnázium, Praha 2, Botičská 1 – přírodovědně zaměřené gymnázium;
- Gymnázium Jana Palacha Praha 1, s.r.o. – soukromé gymnázium.

2.2.2.1 Gymnázium Jaroslava Vrchlického, Klatovy, Národních mučedníků 347

Gymnázium Jaroslava Vrchlického je všeobecné gymnázium s možností čtyřletého, šestiletého nebo osmiletého studia. Předmět chemie je na vyšším gymnáziu vyučován od prvního (odpovídá kvintě šestiletého a osmiletého studia) do třetího (odpovídá septimě šestiletého a osmiletého studia) ročníku. Časová dotace tohoto předmětu je v 1. ročníku (kvintě) 2,5 vyučovací hodiny (včetně 0,5 h laboratorních cvičení/týden), ve 2. ročníku (sextě) 3 vyučovací hodiny (včetně 1 h laboratorních cvičení/týden) a ve 3. ročníku (septimě) 2 vyučovací hodiny. V rámci Volitelného předmětu 1 si mohou žáci ve 2. ročníku (sextě) zvolit dvouhodinový předmět s názvem Seminář a cvičení z biologie a chemie a ve 4. ročníku předmět Cvičení z biologie a chemie. V rámci Volitelného předmětu 2 mají žáci možnost si zvolit ve 3. ročníku (septimě) dvouhodinový a ve 4. ročníku (oktávě) tříhodinový Seminář a cvičení z chemie, kde si prohlubují poznatky z vybraných kapitol středoškolské chemie.

Na víceletém studiu (osmiletém a šestiletém) se studenti začínají s problematikou středoškolské chemie setkávat již v kvartě (nižší gymnázium, odpovídá 9. ročníku základní školy). Z tohoto důvodu jsou učební osnovy pro předmět chemie rozděleny do dvou částí dle délky studia na učební osnovy pro osmileté a šestileté studium a na osnovy pro čtyřleté studium. Obsah učiva je však u obou částí stejný, liší se pouze rozložením do jednotlivých ročníků. [6]

Organická chemie je vyučována v sextě (v případě čtyřletého studia ve 2. ročníku). V ŠVP není přímo uveden pojem vizualizace, ale následující vybrané výstupy mohou mít souvislost s vizualizací tvarů základních organických molekul:

Žák:

- *objasní strukturu organických sloučenin;*
- *odvodí vaznost atomu uhlíku, popíše typy vazeb v organických sloučeninách;*
- *vysvětlí vliv charakteru vazeb na vlastnosti látek;*
- *charakterizuje uhlovodíky – popíše alkany, alkeny, alkyny a areny.* [6]

2.2.2.2 Gymnázium, Praha 2, Botičská

Gymnázium Botičská je gymnázium (čtyřleté studium) zaměřené na přírodovědné předměty zejména na biologii a chemii. Předmět chemie je vyučován od prvního do třetího ročníku. Časová dotace předmětu je v 1. ročníku 2,5 vyučovací hodiny (včetně

0,5 h laboratorních cvičení/týden), ve 2. ročníku 2,5 vyučovací hodiny (včetně 0,5 h laboratorních cvičení/týden) a ve 3. ročníku 2 vyučovací hodiny (včetně 1 h cvičení/týden). Studenti si mohou volit semináře zaměřené na chemii: ve 2. ročníku přírodovědný seminář, ve 3. ročníku a ve 4. ročníku volitelný pětihodinový chemický blok. [7]

Organická chemie je vyučována ve 2. ročníku. V ŠVP není přímo uveden pojem vizualizace, ale následující vybrané výstupy mohou mít spojitost s vizualizací tvarů základních molekul v organické chemii:

Žák:

- *charakterizuje typy a vlastnosti vazeb, izomerii a vaznost typických prvků v organické chemii;*
- *charakterizuje fyzikální a chemické vlastnosti nasycených, nenasycených a aromatických uhlovodíků, jejich využití v praxi a vliv na životní prostředí a zdraví člověka.* [7]

2.2.2.3 Gymnázium Jana Palacha Praha 1, s. r. o.

Gymnázium Jana Palacha Praha 1, s. r. o. je soukromé čtyřleté gymnázium se všeobecným zaměřením. Předmět chemie je vyučován od prvního do třetího ročníku dvě hodiny týdně. Ve třetím a čtvrtém ročníku mají studenti možnost volby dvouhodinového chemického semináře. Vizualizace tvarů základních organických molekul by mohla být ve výuce zařazena v rámci následujícího výstupu:

Žák:

- *žák zhodnotí vlastnosti atomu uhlíku významné pro organické sloučeniny.* [8]

2.2.2.4 Shrnutí rešerše ŠVP vybraných gymnázií

Pro rešerši byla vybrána tři gymnázia různého zaměření – všeobecné gymnázium, přírodovědně zaměřené gymnázium a soukromé gymnázium. Z kapitol 2.2.2.1–2.2.2.3 plyne, že v žádném ŠVP není uveden přímo pojem vizualizace základních tvarů molekul, neboť ŠVP obsahují pouze obecné výstupy týkající se struktury organických sloučenin a vazeb v nich. Zařazení vizualizace do výuky chemie záleží tedy především na vyučujícím.

2.3 Didaktické prostředky a kritéria pro jejich hodnocení s důrazem na vizualizaci základních tvarů molekul v organické chemii

Kapitola se zabývá didaktickými prostředky s důrazem na jejich hodnocení. Obsahuje evaluační nástroje pro hodnocení dostupných didaktických materiálů, jako jsou učebnice pro gymnázia a střední školy, mobilní aplikace pro chytré telefony a videa a animace volně dostupné na internetu.

Evaluační nástroje jsou seznamy hodnotících kritérií, která jsou na didaktických materiálech zvažována. Evaluační nástroje je proto nutné vnímat tak, že umožňují analýzu didaktických prostředků, přičemž je pak na učiteli, aby se rozhodl, zda výsledky analýzy znamenají jejich zapojení, nebo nezapojení do výuky. [9]

Kritérií bylo využito v praktické části pro analýzu vybraných didaktických materiálů, kde byl kladen důraz na to, jakým způsobem je v nich téma vizualizace základních tvarů molekul zpracováno.

2.3.1 Didaktické prostředky a cíl jejich analýzy

Didaktické prostředky jsou předměty a jevy sloužící k dosažení vytyčených cílů, zahrnují vše, co vede ke splnění výchovně-vzdělávacích cílů. Didaktické prostředky jsou tudíž všechny prostředky povahy materiální (reálné předměty, jevy, názorné pomůcky, tabule) a nemateriální (vyučovací metody, organizační formy), které přispívají k celkové efektivitě vyučovacího procesu a k dosažení stanovených výchovně-vzdělávacích cílů. [10]

Klasifikace materiálních didaktických prostředků: (upraveno dle [11])

I. Učební pomůcky:

1. Originální předměty a reálné skutečnosti: přírodniny, výtvary a výrobky, jevy a děje.
2. Zobrazení znázornění předmětů a skutečností:
 - a) modely – statické, funkční, stavebnicové;
 - b) zobrazení:
 - (i) prezentované přímo – školní obrazy, fotografie, mapy,
 - (ii) prezentované pomocí didaktické techniky (statické, dynamické);
 - c) zvukové záznamy.

3. Textové pomůcky:
 - a) učebnice – klasické, programované;
 - b) pracovní materiály – pracovní sešity, studijní návody, sbírky úloh apod.;
 - c) doplňková a pomocná literatura – časopisy, encyklopedie.
 4. Pořady a programy prezentované didaktickou technikou.
 5. Speciální pomůcky (např. žákovské experimentální soustavy).
- II. Technické výukové prostředky:
1. Auditivní technika: přehrávače CD;
 2. Vizuální technika: projekce;
 3. Audiovizuální technika: projekce;
 4. Technika řídicí a hodnotící (výukové počítačové systémy).
- III. Organizační a reprografická technika (počítače a počítačové sítě).
- IV. Výukové prostory a jejich vybavení (učebny se zařízením pro reprodukci audiovizuálních pomůcek, počítačové učebny, laboratoře).
- V. Vybavení učitele a žáka (notebooky, mobilní telefony).

Pro účely bakalářské práce byly z didaktických prostředků vybrány učebnice, které se řadí mezi učební pomůcky, a webové stránky, videa a mobilní aplikace, které patří k technickým výukovým prostředkům. U všech vybraných didaktických prostředků byl kladen důraz na obsah vizualizace v oblasti organické chemie.

Pro znázornění organických molekul slouží mimo jiné také modely. Při výuce organické chemie lze k vizualizaci základních tvarů molekul a vazeb v nich využít stavebnice organické chemie. V praktické části jsou uvedeny aktivizační metody s dalšími materiálními didaktickými prostředky, kterými jsou nafukovací balonky. Pomocí balonků lze demonstrovat jednotlivé hybridizované stavy uhlíku a následně vznik jednoduché, dvojné a trojné vazby. Balonky, které jsou využitelné ve výuce analyzovaného tématu, byly zmíněny již v článku z roku 1976. [12]

2.3.2 Učebnice

Kapitola obsahuje vybraná hodnotící kritéria pro analýzu učebnic a návodné otázky pro jejich hodnocení.

V rámci příspěvku Zuzany Sikorové s názvem Návrh seznamu hodnotících kritérií pro učebnice základních a středních škol [13] proběhl výzkum, jehož cílem bylo

zjistit, která kritéria (vlastnosti učebnice, její charakteristiky) považují učitelé základních a středních škol za významná při hodnocení učebnic za účelem jejich výběru. Na základě tohoto příspěvku byla pro bakalářskou práci vybrána pouze ta kritéria, která souvisí s hodnocením učebnic ve vztahu k analyzovanému tématu vizualizace základních tvarů molekul v organické chemii. Vybraná kritéria shrnuje tabulka 2. Podle těchto kritérií byly v praktické části zhodnoceny obsahy vybraných učebnic věnující se organické chemii ve vztahu k vizualizaci tvarů molekul (viz kap. 3.1).

Tabulka 2 – Kritéria pro hodnocení vizualizace v učebnicích [13]

Kritérium	Návodné otázky
PŘEHLEDNOST	Má učebnice přehlednou strukturu (navazují na sebe logicky kapitoly a témata, je učebnice dobře rozčleněná)? Je vnitřní struktura textu v učebnici přehledná (např. jsou pojmy řazeny v logické posloupnosti, navazují na sebe věty apod.)?
ZPRACOVÁNÍ UČIVA	Je učivo soustředěné kolem několika základních témat (tzn. spíše málo vybraných témat do hloubky než mnoho poznatků povrchně)? Jsou některé poznatky v učebnici prezentované z několika úhlů pohledu, různých perspektiv? Je v učebnici vysvětleno, proč je nutné se učit určité poznatky a dovednosti?
PŘIMĚŘENÁ OBTÍŽNOST A ROZSAH UČIVA	Jsou zadání úloh a cvičení a formulace otázek v učebnici jasné a srozumitelné? Jsou výklad a vysvětlování v učebnici pro žáky srozumitelné a snadno pochopitelné? Je výběr a počet pojmů v učebnici přiměřený úrovni chápání žáků?
ŘÍZENÍ UČENÍ	Vedou texty v učebnici k uvažování, kritickému myšlení, hodnocení apod.? Poskytuje učebnice dostatek možností k procvičování, upevňování a opakování učiva?

MOTIVAČNÍ CHARAKTERISTIKY	Jsou v učebnici užívány grafické prostředky k řízení pozornosti (grafické odlišení různých typů učiva, přehledné členění textu, zdůraznění klíčových pojmů a definic aj.)?
OBRAZOVÝ MATERIÁL	Jsou ilustrace, tabulky, schémata, mapky a grafy v učebnici jasné a smysluplné? Obsahuje učebnice dostatek obrazového materiálu, který pomáhá žákům porozumět učivu (objasňuje text, ilustruje text, nahrazuje výklad názornější formou apod.)?
DOPLŇKOVÉ TEXTY A MATERIÁLY	Jsou k dispozici doplňující didaktické prostředky (jako sbírky úloh, příručky pro učitele, modely, sady pro pokusy apod.) vztahující se k učebnici?

2.3.3 Aplikace pro chytré mobilní telefony

Kapitola zahrnuje evaluační nástroje pro hodnocení výukových mobilních aplikací.

Na základě příspěvku Pavly Kovářové Hodnocení efektivity výukové aplikace z publikace Tablet ve školní praxi [9] byla vytvořena tabulka 3 s vybranými kritérii a návodnými otázkami pro analýzu mobilních aplikací. K vybraným kritériím byla do tabulky 3 přidána ještě velikost aplikace, která je podstatnou informací pro uživatele při výběru konkrétní aplikace. Těchto kritérií bylo později využito v praktické části při hodnocení vybraných mobilních aplikací (viz kap. 3.2).

Tabulka 3 – Kritéria pro hodnocení mobilních aplikací [9]

Kritérium	Otázky pro zvážení kritéria
UŽIVATELSKÁ PŘÍVĚTIVOST	Jak rychle jsou žáci schopni se naučit s nástrojem pracovat? Je potřeba učit žáky pracovat s aplikací? Jak je (časově či jinak) náročné seznámení s aplikací? Je v aplikaci nápověda, a pokud ano, jak snadné je její využití? Je navigace v aplikaci dobře pochopitelná?
LIMITY VYUŽITÍ	Je v aplikaci přítomná reklama, příp. jak silně je obtěžující? Jaké jsou možnosti importu a exportu dat z aplikace (např. kopírování, tisk, zaslání na e-mail)?

CENA	Je aplikace při pořízení zdarma, nebo placená? Jak finančně náročné jsou nákupy prvků v aplikaci?
VÝUKOVÉ CÍLE A VÝSTUPY	V čem se žák zlepší a jak?
KVALITA OBSAHU	Je obsah aplikace přesný terminologicky a fakticky? Je obsah relevantní k výukovým cílům?
VHODNOST	Odpovídá aplikace vývojové úrovni a věku žáků?
AUTONOMIE	Může žák pracovat s aplikací i samostatně, mimo prostory školy nebo školní kolektiv s učitelem?
VÍCEÚČELOVOST	Je možné využít aplikaci opakovaně pro různé aktivity a úkoly?
VELIKOST	Kolik MB (Megabyte) zabírá aplikace v zařízení?

2.3.4 Webové stránky

Kapitola obsahuje přehled kritérií pro hodnocení webových stránek využitelných při výuce.

Na základě příspěvku Jarmily Robové Webové stránky – učebnice pro 21. století? z 6. žilinské didaktické konference (2009) [14], byla vytvořena tabulka 4, která zahrnuje kritéria pro analýzu webových stránek. Pomocí těchto kritérií byly v praktické části zhodnoceny tři vybrané webové stránky (viz kap. 3.3.1–3.3.3).

Tabulka 4 – Kritéria pro hodnocení webových stránek

Kritérium	Popis kritéria
ROZSAH UČIVA	Srovnání rozsahu a hloubky učiva s jinými, i tištěnými, zdroji včetně vzdělávacích programů.
STRUKTURA	Posouzení logické struktury učiva včetně jeho návaznosti a přiměřenosti věku i předpokládaným znalostem studentů.
JAZYKOVÁ ÚROVEŇ	Posouzení jazykové korektnosti, srozumitelnosti výkladu a terminologické přesnosti.

RESPEKTOVÁNÍ DIDAKTICKÝCH ZÁSAD	Hodnocení přiměřenosti, postupnosti a názornosti.
GRAFICKÉ ZPRACOVÁNÍ	Design webových stránek by měl umožňovat uživateli snadnou orientaci, učivo by mělo být uspořádáno do přehledných struktur, měly by být využity názorné obrázky a demonstrace probíraných pojmů
ZOBRAZENÍ WEBOVÝCH STRÁNEK	Při hodnocení technického zpracování je důležité, aby se v internetovém prohlížeči správně zobrazovaly kromě textu také použité obrázky či schémata.

2.3.5 Animace a videa

Následující část se věnuje kritériím pro hodnocení animací a videí, které lze využít při výuce.

Na základě publikace Martina Bílka Vybrané aspekty vizualizace učiva přírodovědných předmětů [15] byla sestavena tabulka 5, která obsahuje kritéria pro hodnocení videí. V praktické části byla uvedená kritéria využita při analýze šesti vybraných videí volně dostupných na internetu (viz kap. 3.4).

Tabulka 5 – Kritéria pro hodnocení videí [15]

Kritérium	Popis kritéria
DIDAKTICKÝ KONTEXT	Animace a simulace by měly být zakomponovány do učebních sekvencí s kontextuálním vztahem k předchozímu a následujícímu učení.
VĚDECKÉ STANDARDY	Vědecká správnost, korektnost, pravdivost apod.
VÝBĚR OBSAHU A JEHO REDUKCE	Optimální výběr nejdůležitějších prvků odpovídajících poznávací úrovni studentů (adekvátnost výukovým cílům).
ESTETICKÁ KVALITA	Tvůrce by měl nalézt nejlepší úroveň animace vhodnou pro estetické cítění uživatelů (studentů).

2.4 Didaktický cyklus C-M-I-A-R-E a fáze hodiny

Kapitola se věnuje popisu didaktického cyklu C-M-I-A-R-E a stručnému rozboru jeho jednotlivých částí. Dále se kapitola věnuje popisu fází vyučovací hodiny.

Cyklus C-M-I-A-R-E (dále jen CMIARE) byl vytvořen pro průřezové téma osobnostní a sociální výchova (OSV). Podstatou tohoto přístupu je, že při plánování jakékoli práce s tématy OSV vyučující začíná formulací naprosto konkrétního cíle. Teprve na základě tohoto cíle volí metody, zadává instrukce, pozoruje, co se děje během akce žáků, vede reflexi a evaluaci zjišťuje, jak se stanoveného cíle podařilo dosáhnout. [16]

Název didaktického cyklu CMIARE vyplývá z počátečních písmen jeho jednotlivých fází (Cíl, Metoda, Instrukce, Akce, Reflexe, Evaluace).

V následujících odstavcích jsou upřesněny jednotlivé fáze didaktického cyklu CMIARE (upraveno dle [16]).

Cíle vyučující stanovuje naprosto konkrétně a popisně.

Pracuje převážně s činnostními *metodami* vyučování, které umožňují praktické jednání žáků. Metodu vybírá dle vztahu ke konkrétním cílům.

Instrukce aktivit sděluje stručně, jasně a srozumitelně. Jednotlivé instrukce od sebe zřetelně odděluje. Složitější instrukce předepisuje a postupně odhaluje. Chce-li vyučující zvýšit pravděpodobnost porozumění žáků instrukci, požádá je, aby vlastními slovy převyprávěli zadání ještě před tím, než se pustí do činnosti. Je vhodné všechny instrukce sdělit před samotnou aktivitou, aby se žáci v průběhu fáze akce již zcela mohli soustředit na tuto aktivitu.

Ve fázi *akce* je během aktivit žáků hlavním úkolem vyučujícího získat co nejvíce materiálu pro reflexi. Vyučující se snaží pozorovat, co se děje.

Ve fázi *reflexe* je vhodné klást dotazy týkající se OSV. Je vhodné, aby reflexe rozvíjela „styl učení“ žáků pomocí dané aktivity. Cílem reflexe je tedy usnadnit, usměrnit a prohloubit učení žáků. Na druhou stranu cílem reflexe není hodnocení vědomostí a dovedností v daném oboru. Reflexe probíhá nejčastěji tak, že vyučující žákům klade otevřené otázky. Reflexi vždy vede ke stanoveným cílům.

Smyslem *evaluace* je zhodnotit, do jaké míry bylo dosaženo stanoveného cíle. Lze použít různé formy dotazníků, nedokončených vět nebo testových modelových situací. Evaluaci si může sám pro sebe udělat učitel, nebo ji mohou provést žáci (pak bude většinou objektivnější).

Didaktického cyklu CMIARE bylo využito v praktické části pro zpracování samostatné práce s názvem Organická čtyřsměrka (viz kap. 3.5.1), skupinové práce Organické puzzle (viz kap. 3.5.3) a skupinové aktivity Balonky (viz kap. 3.5.4).

Pro tuto bakalářskou práci byl zvolen model vyučovací hodiny, ve které je výukový proces rozfázovaný do tří částí: motivace, expozice a fixace. Motivační fáze má za úkol vzbudit zájem žáka o obsah učiva, expoziční fáze je fází předání obsahu učiva, fáze fixační má umožnit dostatečné upevnění nabytých vědomostí, dovedností a návyků. [17]

3 Praktická část

První kapitoly praktické části obsahují analýzu vybraných učebnic, mobilních aplikací pro chytré telefony, webových stránek, videí a animací, které se zabývají problematikou vizualizace základních tvarů molekul v organické chemii. Analýza se vždy vztahuje k tématu vizualizace základních tvarů molekul v organické chemii, nikoliv k hodnocení didaktického prostředku jako celku. Následující kapitoly se zabývají didaktickým zpracováním vyučovací hodiny, která se zabývá analyzovaným tématem. Je kladen důraz na vizualizaci uhlovodíků a orbitalů s využitím různých didaktických prostředků. Dále je didakticky zpracována ještě jedna opakovací aktivita.

3.1 Hodnocení učebnic

K hodnocení učebnic pro gymnázia byly vybrány tři publikace, které byly podle výzkumu v roce 2010 v rámci bakalářské práce Marie Huvarové Nejpoužívanější středoškolské učebnice na gymnáziích [18] nejvíce doporučovanými učebnicemi pro žáky. Jedná se o následující publikace:

- Chemie pro čtyřletá gymnázia, 2. díl (autoři: J. Honza, A. Mareček) [19];
- Přehled středoškolské chemie (autoři: J. Vacík a kol.) [20];
- Od maturuj z chemie (M. Benešová, H. Satrapová.) [21].

Tyto publikace byly hodnoceny pomocí kritérií uvedených v teoretické části (viz kap. 2.3.2).

3.1.1 Chemie pro čtyřletá gymnázia, 2. díl

Autor: Jaroslav Honza, Aleš Mareček

Nakladatelství: Nakladatelství Olomouc, s. r. o.

Rok vydání: 2005

O publikaci:

Chemie pro čtyřletá gymnázia je sada tří učebnic určených pro výuku chemie na středních školách gymnaziálního typu. Obsahují poznatky z obecné chemie, anorganické chemie, organické chemie, analytické chemie a biochemie.

Druhý díl učebnice Chemie pro čtyřletá gymnázia je členěn na pět částí. Čtvrtá část obsahuje poznatky organické chemie, popisuje základní organické sloučeniny (alkany,

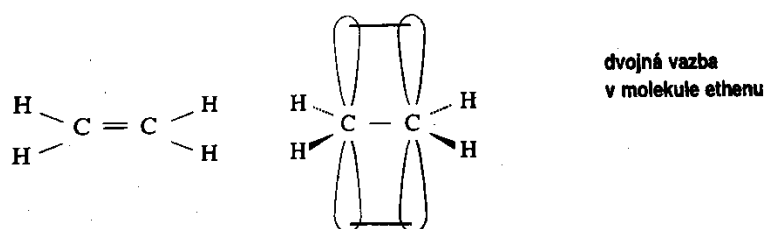
alkeny, alkyny a areny) a věnuje se také přírodním zdrojům uhlovodíků a jejich zpracování. Hodnocení dle kritérií shrnuje tabulka 6.

Tabulka 6 – Hodnocení dle kritérií – Chemie pro čtyřletá gymnázia, 2. díl

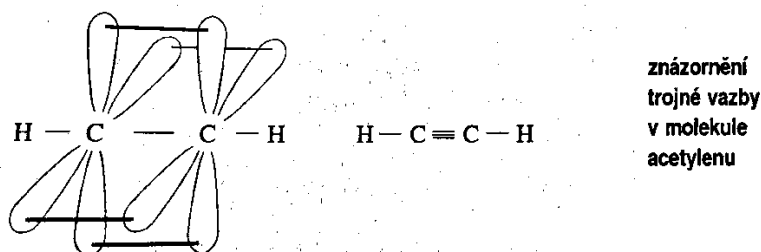
Kritérium	Hodnocení
PŘEHLEDNOST	<p>Učebnice je členěna do kapitol, které na sebe logicky navazují. Jednotlivé pojmy jsou rovněž řazeny v logickém sledu.</p> <p>Na začátku oddílu učebnice věnujícímu se studiu organické chemie jsou popsány vlastnosti uhlíku plynoucí ze stavby elektronového obalu. Je zde charakterizována stabilita vazeb jako důsledek struktury elektronového obalu uhlíku.</p> <p>Nejjednodušším uhlovodíkům se věnuje kapitola <i>Uhlovodíky s jednoduchými vazbami</i>.</p> <p>Následující dvě kapitoly se zabývají uhlovodíky s násobnými vazbami - <i>Uhlovodíky s dvojnými vazbami</i> a <i>Uhlovodíky s trojnými vazbami</i>.</p>
ZPRACOVÁNÍ UČIVA	<p>Pro alkany, alkeny i alkyny je uvedena v učebnici charakteristika příslušných vazeb.</p> <p>U alkanů jsou vlastnosti vazeb uvedeny v poslední části kapitoly <i>Uhlovodíky s jednoduchými vazbami</i>.</p> <p>V této kapitole je část věnovaná konfiguraci a konformaci alkanů a cykloalkanů, kde je v odstavci s názvem vazebné poměry v molekulách alkanů a cykloalkanů obsažena pouze informace o atomech uhlíku v hybridizovaném stavu sp^3, které se v těchto molekulách nacházejí. Tento poznatek je součástí odstavce s rozšiřujícími informacemi, který je odlišen menší velikostí písma. Poznatky týkající se struktury vazeb v nejjednodušším uhlovodíku methanu jsou prezentovány i z pohledu teorie hybridizace v kapitole <i>Tvary molekul</i>. V této kapitole se však nenachází žádná zmínka o vazbě v molekule ethenu (resp. ethynu).</p>

	<p>Pro alkeny (resp. alkyny) je uvedena charakteristika vazeb v úvodu kapitoly <i>Uhlovodíky s dvojnými vazbami</i> (resp. <i>Uhlovodíky s trojnými vazbami</i>).</p> <p>V učebnici je objasněno, že se žáci musí seznámit s vlastnostmi dvojné vazby u alkenů (resp. trojné vazby u alkynů), neboť významně ovlivňují jejich chemické chování.</p>
PŘIMĚŘENÁ OBTÍŽNOST A ROZSAH UČIVA	<p>Charakter dvojné (resp. trojné) vazby a hybridizovaného stavu sp^2 (resp. sp) atomů uhlíku je v učebnici popsán stručně v několika větách. Je vystižena podstata daného problému a učebnice podává srozumitelné a pro žáky pochopitelné vysvětlení. Obsah odpovídá učivu na gymnázium a věku žáků.</p>
ŘÍZENÍ UČENÍ	<p>Text v učebnici nepodněcuje žáky k zamyšlení se nad daným tématem. Poskytuje pouze výklad a neobsahuje v průběhu žádné otázky k zamyšlení, které by motivovaly žáka, aby nad daným problémem uvažoval a zhodnotil ho.</p>
MOTIVAČNÍ CHARAKTERISTIKY	<p>U jednotlivých odstavců je vždy při okraji stránky uvedeno pojmenování problému, kterým se daný odstavec zabývá. Žákům je tak umožněna snadnější orientace v učebnici. Charakteristika vazby pro alkany je uvedena na jejím úplném konci a je psána menším písmem, což symbolizuje pouze doplňkovou informaci. V kapitole týkající se uhlovodíků s dvojnými vazbami jsou zvýrazněny tučně dvě věty o dvojné vazbě. (Atomy uhlíku podílející se na vytvoření dvojné vazby jsou v hybridizovaném stavu sp^2. Dvojná vazba neumožňuje rotaci atomů. [19]) V kapitole uhlovodíků s trojnou vazbou obdobné věty zvýrazněné nejsou.</p>
OBRAZOVÝ MATERIÁL	<p>Pro alkany nejsou uvedeny žádné názorné obrázky a vizualizace tvaru těchto hybridizovaných stavů. Obecný tvar tetraedru je znázorněn v kapitole <i>Tvary molekul</i>, která se zabývá objasněním prostorového rozmístění atomů v molekule.</p>

	Pro alkeny (resp. alkyny) se pod textem nachází Obrázek 1 (resp. Obrázek 2) znázorňující dvojnou (resp. trojnou) vazbu v molekule ethenu (resp. ethynu). Obrázek není příliš názorný, je pouze černobílý a postrádá prostorové znázornění molekuly ethenu (resp. ethynu). Studentům je tak znemožněna vizualizace tvaru molekuly.
DOPLŇKOVÉ TEXTY A MATERIÁLY	K této učebnici neexistují žádné doplňující didaktické materiály (jako například modely, animace apod.) týkající se vizualizace základních tvarů molekul v organické chemii.



Obrázek 1 – Chemie pro čtyřletá gymnázia, 2. díl – molekula ethenu [19]



Obrázek 2 – Chemie pro čtyřletá gymnázia, 2. díl – molekula ethynu [19]

3.1.2 Přehled středoškolské chemie

Autor: Jiří Vacík a kolektiv

Nakladatelství: SPN – pedagogické nakladatelství, a.s.

Rok vydání: 2005

O publikaci:

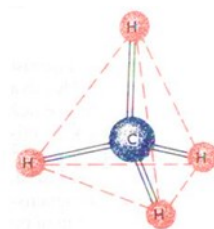
Přehled středoškolské chemie obsahuje ucelený souhrn celého učiva středoškolské chemie pro opakování k maturitní zkoušce nebo k přijímacím zkouškám na vysoké školy. Kniha je členěna do následujících oddílů: Úvod, Obecná chemie,

Anorganická chemie, Organická chemie, Základy biochemie a Osobnosti významné pro rozvoj chemie. Hodnocení dle kritérií shrnuje tabulka 7.

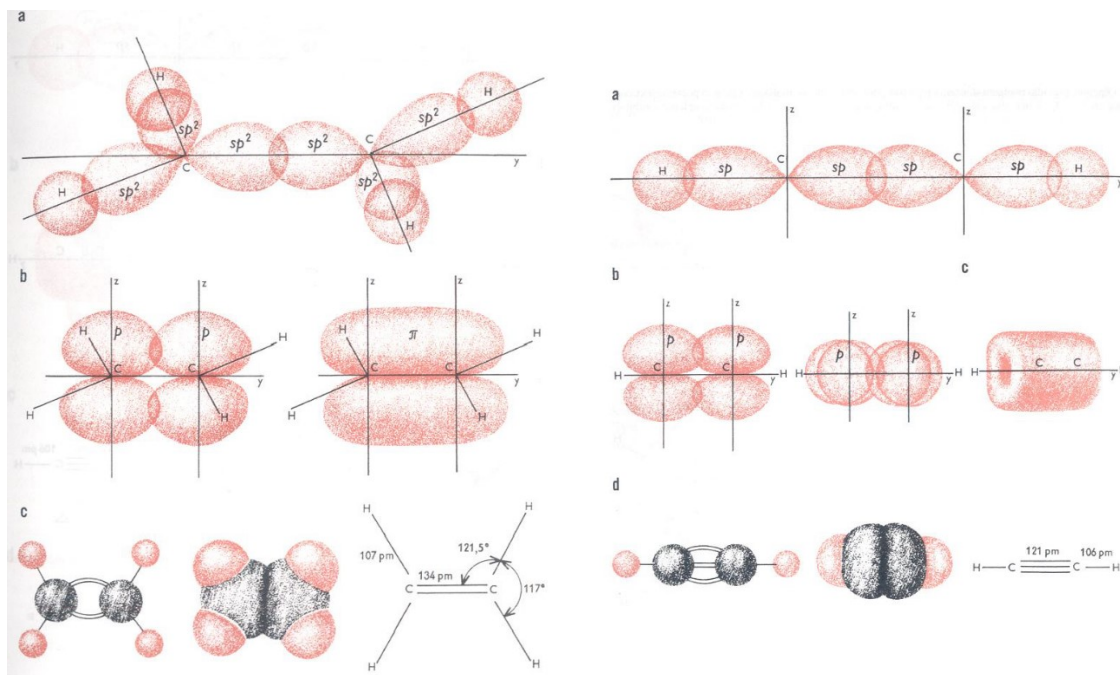
Tabulka 7 – Hodnocení dle kritérií – Přehled středoškolské chemie

Kritérium	Hodnocení
PŘEHLEDNOST	Kniha je členěna do šesti oddílů, které na sebe logicky navazují. Každý oddíl obsahuje číslované kapitoly a odstavce, které jsou uvedeny v obsahu a žákovi je tak umožněna snadná a rychlá orientace v textu.
ZPRACOVÁNÍ UČIVA	Pro alkany, alkeny i alkyny se nachází v této publikaci charakteristika příslušných vazeb. Popis vazeb v organických molekulách je obsažen v oddílu věnujícímu se obecné chemii v kapitole <i>Molekuly a jejich soubory</i> v odstavci <i>Vazba σ a vazba π, násobné vazby</i> . Oddíl, který se zabývá Organickou chemií, již žádnou charakteristiku jednotlivých typů vazeb neobsahuje.
PŘIMĚŘENÁ OBTÍŽNOST A ROZSAH UČIVA	V části publikace <i>Obecná chemie</i> je uvedena kapitola <i>Molekuly a jejich soubory</i> . V této kapitole je v odstavci s názvem <i>Vazba σ a vazba π, násobné vazby</i> pozornost věnována molekulovým orbitalům a vzniku těchto vazeb. Nejprve je popsán vznik vazeb σ a π překryvem dvou orbitalů. Tato skutečnost je znázorněna na jednoduchém názorném obrázku. V této pasáži je popsána charakteristika vazeb obecně bez důrazu na organické sloučeniny. V odstavci <i>Struktura molekul s jedním centrálním atomem</i> je popsán tvar molekuly methanu CH_4 jako geometrický útvar čtyřstěn. Dvojná a trojná vazby vyskytující se v uhlovodících jsou popsány v odstavci s názvem <i>Delokalizované a lokalizované molekulové orbitály, hybridizace</i> . V textu jsou podrobně charakterizovány všechny typy vazeb v základních organických sloučeninách – jednoduchá, dvojná i trojná vazba.

	Obsah odpovídá rozsahu učiva na gymnáziu a věku žáků.
ŘÍZENÍ UČENÍ	Text v učebnici poskytuje žákům výklad daného tématu bez doplňujících otázek.
MOTIVAČNÍ CHARAKTERISTIKY	Text učebnice je doplněn o názorné obrázky a schémata napomáhající žákovi k pochopení učiva. Důležité pojmy, kterým by žák měl věnovat pozornost, jsou v textu zvýrazněny tučným písmem.
OBRAZOVÝ MATERIÁL	<p>Všechny typy vazeb jsou demonstrovány na zjednodušených názorných obrázcích. Jednoduchá vazba je prezentována na molekule methanu v odstavci <i>Struktura molekul s jedním centrálním atomem</i> (Obrázek 3).</p> <p>Dvojná vazba je ukázána na molekule ethenu (Obrázek 4) a trojná vazba na molekule ethynu (Obrázek 4) v odstavci <i>Delokalizované a lokalizované molekulové orbitaly, hybridizace</i>.</p> <p>Obrázky napomáhají pochopení struktury vazeb v základních organických sloučeninách a studenti mohou vazby v molekulách pozorovat na úrovni orbitalů i na úrovni tvarů celých molekul.</p>
DOPLŇKOVÉ TEXTY A MATERIÁLY	K této publikaci sice neexistují žádné doplňující didaktické materiály, ale nejsou potřeba, neboť publikace svým obsahem splňuje funkci přehledu středoškolského učiva chemie.



Obrázek 3 – Molekula methanu [20]



Obrázek 4 – Molekula ethenu a ethynu [20]

3.1.3 Odmaturuj z chemie

Autor: Marika Benešová, Hana Satrapová

Nakladatelství: Didaktis spol. s r. o.

Rok vydání: 2002

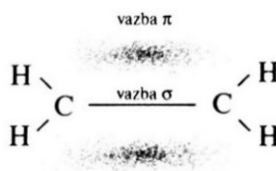
O publikaci:

Odmaturuj z chemie je publikace obsahující přehled učiva středoškolské chemie a má sloužit k ulehčení přípravy na maturitní zkoušku a k přijímacím zkouškám na vysoké školy. V této publikaci nalezneme základní poznatky z obecné chemie, anorganické chemie, organické chemie a biochemie. Hodnocení dle kritérií shrnuje tabulka 8.

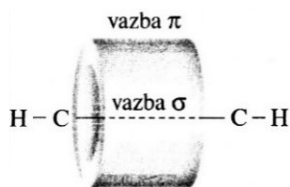
Tabulka 8 – Hodnocení dle kritérií – Odmaturuj z chemie

Kritérium	Hodnocení
PŘEHLEDNOST	Publikace je členěna do číslovaných kapitol, čímž je žákovi umožněna snadná orientace v textu.
ZPRACOVÁNÍ UČIVA	V publikaci je obsažen velmi stručný přehled nejpodstatnějších informací z oblasti středoškolské chemie. Poznatky z oblasti vazeb v organické chemii jsou zahrnuty pouze v oddílu, který se zabývá organickou chemií. Není zde kladen velký důraz na souvislosti s orbitaly.

PŘIMĚŘENÁ OBTÍŽNOST A ROZSAH UČIVA	Všechna témata jsou zpracována velmi povrchně, žádnému tématu není věnována velká pozornost. V kapitole věnující se uhlovodíkům jsou postupně stručně popsány základní organické sloučeniny - alkany, alkeny a alkyny. U všech je uvedena charakteristika vazby, kde je vždy daná vazba popsána a je zde diskutována její stabilita.
ŘÍZENÍ UČENÍ	Text v publikaci poskytuje žákům přehled daného tématu. Při okraji stránky se nachází sloupec, ve kterém jsou napsány zajímavé postřehy, které někdy vedou žáka k zamyšlení se nad daným problémem.
MOTIVAČNÍ CHARAKTERISTIKY	Důležité pojmy jsou v textu zvýrazněny tučně nebo fialovou barvou textu. Text učebnice je doplněn o velmi jednoduché obrázky, které doplňují informace z textu.
OBRAZOVÝ MATERIÁL	Pro alkeny je vazba σ a π v molekule ethylenu znázorněna na černobílém Obrázku 5 v poznámkách v pravém okraji stránky. Z obrázku není vůbec zřejmá prostorová struktura molekuly. Pro alkyny je opět v poznámkách uveden černobílý Obrázek 6, který má vystihovat vazby σ a π . Na obrázku je zdůrazněno rozložení π vazeb, ale jinak z něj není rovněž zřejmý skutečný prostorový tvar molekuly ethynu.
DOPLŇKOVÉ TEXTY A MATERIÁLY	K této publikaci neexistují žádné doplňující didaktické materiály. Nejsou ale potřebné, neboť se jedná o velmi stručný přehled učiva chemie pro střední školy.



Obrázek 5 – Odmaturuj z chemie – molekula ethenu [21]



Obrázek 6 – Odmaturuj z chemie – molekula ethynu [21]

3.1.4 Shrnutí hodnocení učebnic

V učebnicích je obsažen slovní popis vazby (Chemie pro čtyřletá gymnázia, 2. díl) bez většího znázornění skutečného tvaru molekuly v souvislosti s orbitaly, nebo pouze její velmi stručný popis (Odmaturuj z chemie) s velmi jednoduchými obrázky. Názornější obrázky s popisem vazeb jsou zahrnuty v publikaci Přehled středoškolské chemie.

3.2 Hodnocení vybraných aplikací

V kapitole jsou zhodnoceny tři volně dostupné mobilní aplikace týkající se vizualizace základních tvarů molekul v organické chemii.

Byly hodnoceny následující 3 aplikace:

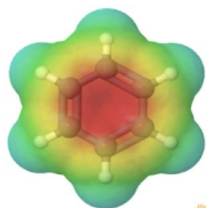
- ChemTube3D [22];
- Organic Chemistry Visualized [23];
- Molecular Constructor [24].

Uvedené aplikace byly vybrány (ke dni 31. 3. 2019) z distribuční služby Google Play po zadání následujících hesel do vyhledávání této služby: „*building molecules*“ (Molecular Constructor – 1. výsledek vyhledávání), „*visual organic chemistry*“ (Organic chemistry Visualized – 1. výsledek vyhledávání), „*shape orbitals 3d organic chemistry*“ (ChemTube3D – 1. výsledek vyhledávání týkající se organické chemie, první dva výsledky se zaměřovaly na obecnou teorii orbitalů a teorii VSEPR).

Vybrané aplikace byly hodnoceny pomocí kritérií uvedených v teoretické části (viz kap. 2.3.3). U každé mobilní aplikace jsou rovněž uvedeny funkce aplikace a didaktické poznámky.

Aplikace byly vyzkoušeny autorkou práce na mobilním telefonu s operačním systémem Android verze 8.1.0.

3.2.1 ChemTube3D



Obrázek 7 – Logo ChemTube3D [25]

Autor: Nick Greeves

Hodnocená verze: 1.0.0

Poslední aktualizace: 18. září 2018 (ke dni 31. 3. 2019)

Aplikace ChemTube3D obsahuje interaktivní 3D animace pro vybrané reakce ze středoškolského, popř. vysokoškolského učiva. Aplikace je tvořena dvěma částmi: Organické reakce a Struktura a vazba. Sekce *Organické reakce* obsahuje základní informace o reakčních mechanismech vybraných reakcí a interaktivní reakční schéma. Kliknutí na příslušné části schématu umožňuje otočení 3D struktur a pozorování, jak spolu molekuly reagují. Sekce s názvem *Struktura a vazba (Structure and Bonding)* poskytuje informace o typech vazeb a obsahuje okno pro 3D vizualizaci. Molekuly v interaktivním poli samovolně rotují. Toto otáčení lze vypnout a kliknutí do interaktivního pole umožňuje libovolné otáčení molekuly uživatelem. Hodnocení dle kritérií shrnuje tabulka 9.

Tabulka 9 – Hodnocení dle kritérií – Aplikace ChemTube3D

Kritérium	Hodnocení
UŽIVATELSKÁ PŘÍVĚTIVOST	Práce s aplikací není náročná a uživatel se s ní rychle seznámí. Vše je psáno v angličtině. Aplikace obsahuje stručný návod, jak ji plně využívat.
LIMITY VYUŽITÍ	Aplikace se na běžném mobilním telefonu spouští rychle. V aplikaci nejsou přítomné reklamy. Aplikace neumožňuje sdílení dat a export dat z aplikace (například na email).
CENA	Aplikace je zdarma dostupná na Google Play.
VÝUKOVÉ CÍLE A VÝSTUPY	Žákovi je umožněna vizualizace tvarů molekul, kterou nenalezne v žádné tištěné učebnici. S molekulami lze otáčet, a proto může žák důkladně rozpoznat nejen vazby

	a jednotlivé atomy v molekule, ale objasnit si i strukturu celé molekuly.
KVALITA OBSAHU	Obsah aplikace je pro výuku na gymnáziích terminologicky i fakticky postačující. Obsahuje drobné nepřesnosti (například neshodné označení souřadnicového systému pro orbitály mezi nákresem a aktivním oknem). Obsah je vhodný k dosažení výukových cílů.
VHODNOST	Aplikace odpovídá úrovni žáků na gymnáziích a středních školách. Obsahuje i rozšiřující informace (učivo vysoké školy).
AUTONOMIE	Žák může s aplikací pracovat ve škole i doma. Aplikace nevyžaduje během používání připojení k internetu, a proto je možné ji používat kdykoliv.
VÍCEÚČELOVOST	Aplikaci je možné využít i při výuce organických reakcí, neboť jsou v ní uvedeny i mechanismy vybraných reakcí (zápis mechanismu a vizualizace mechanismu jsou uvedeny v animaci). Dále ji lze využít například při výuce teorie VSEPR, atomových orbitalů a stereochemie.
VELIKOST	84 MB

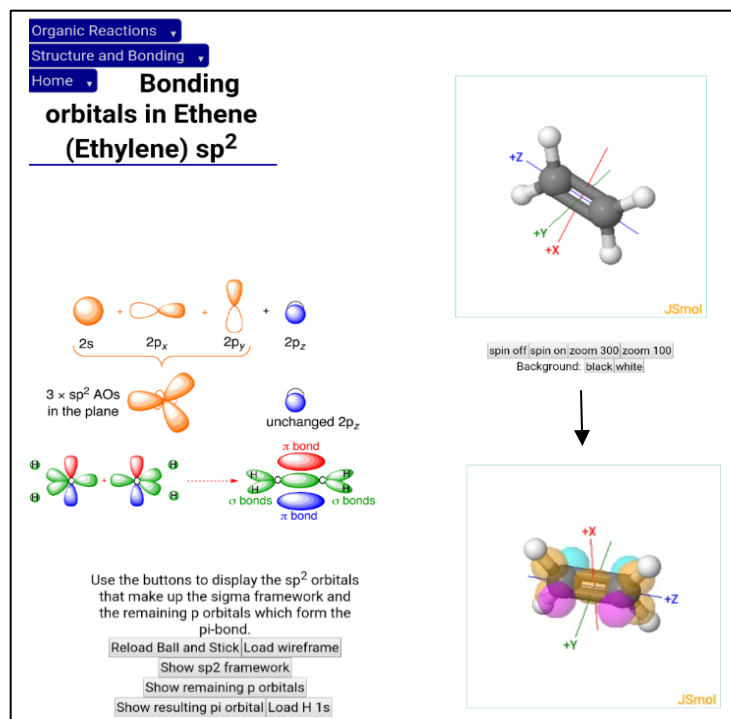
Funkce aplikace a didaktické poznámky:

Přímo v aplikaci je uveden na hlavní stránce odkaz na webové stránky (viz kap. 3.3.3). Tyto webové stránky mají stejný vzhled jako mobilní aplikace a mají i stejné ovládací funkce.

Dále budou popsány funkce aplikace **ChemTube3D** na příkladu molekuly ethenu (Obrázek 8). Na začátku je schematicky znázorněn princip vzniku vazby v molekule ethenu pomocí orbitalů. V interaktivním okně si žák může prohlédnout tvar molekuly ethenu, která sama rotuje (*spin on*) nebo si s ní libovolně otáčet dle vlastní potřeby (kliknutím na *spin off* se samovolná rotace deaktivuje). V aplikaci si uživatel může volit pomocí kliknutí na jednotlivá pole (např. *Show sp² framework*, *Show remaining p orbitals*, atd.) zobrazení daných orbitalů a na základě aktivního okna si tak může prohlédnout princip vzniku vazby v molekule ethenu.

Mezi obrázkem znázorňujícím princip vzniku vazby v molekule ethenu a interaktivním oknem se nachází nesrovnalost v označení souřadnicového systému. Na obrázku je π -vazba zajištěna orbitaly p_z a v interaktivním okně je π -vazba zajištěna orbitaly p_y .

Aplikace ChemTube3D by mohla nalézt ve výuce velmi široké využití, neboť obsahuje mnoho témat z nejrůznějších oblastí převážně organické chemie.



Obrázek 8 – ChemTube3D – Ethen [22]

3.2.2 Organic Chemistry Visualized (OCV)



Obrázek 9 – Logo OCV [26]

Autor: Budgietainment

Hodnocená verze: 1.2

Poslední aktualizace: 24. listopadu 2013 (ke dni 31. 3. 2019)

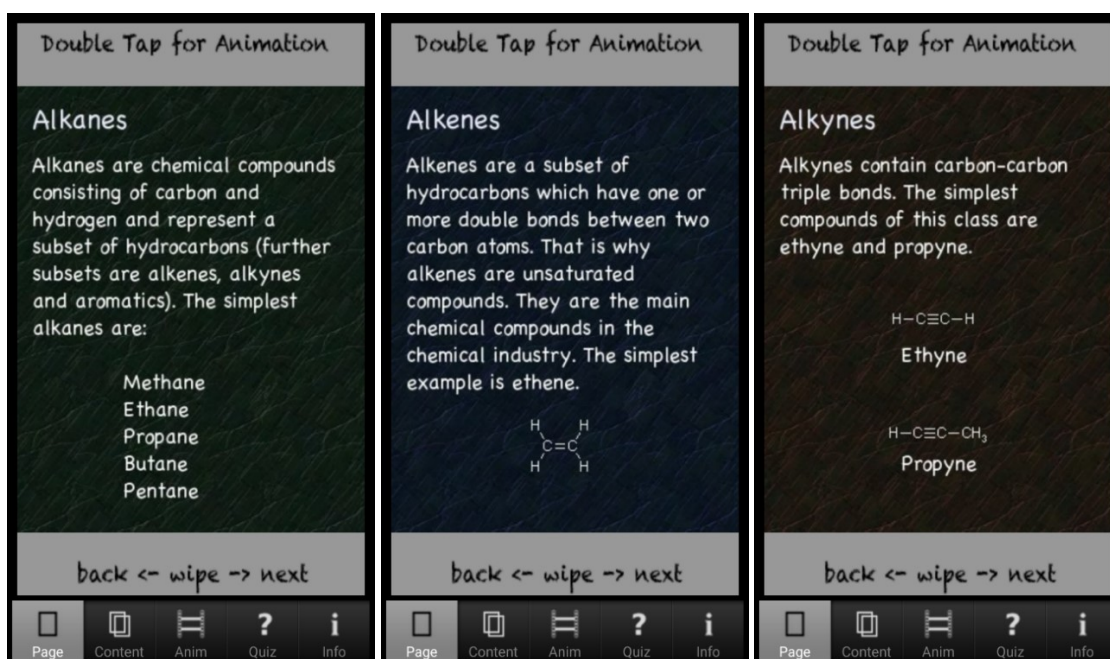
Organic Chemistry Visualized je mobilní aplikace, která umožňuje animaci základních organických molekul a organických reakcí. Nalezneme zde alkany, alkeny a alkyny a základní reakce alkanů a alkenů. U každé sloučeniny nebo reakce je uveden stručný popis. Své znalosti si může žák ověřit v kvízu, který obsahuje podle zdroje [26] 40 otázek, kde má žák na výběr ze 4 odpovědí. Podle toho, zda je daná odpověď správná se mu zobrazí veselý, či smutný „smajlík“. Hodnocení dle kritérií shrnuje tabulka 10.

Tabulka 10 – Hodnocení dle kritérií – Organic Chemistry Visualized (OCV)

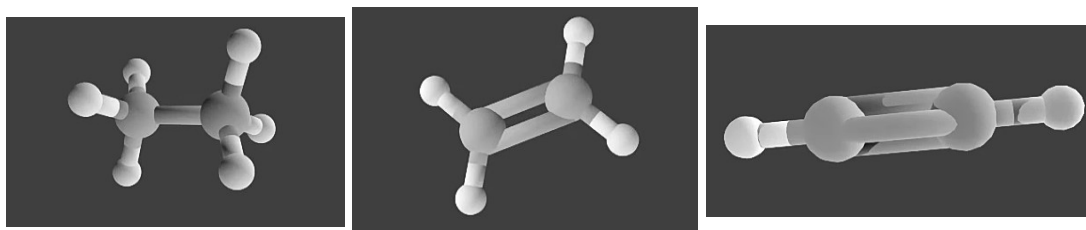
Kritérium	Hodnocení
UŽIVATELSKÁ PŘÍVĚTIVOST	Práce s aplikací je velmi jednoduchá. Vše v aplikaci je psáno v anglickém jazyce. Aplikace neobsahuje žádný návod pro práci s ní.
LIMITY VYUŽITÍ	Aplikace se na běžném mobilním telefonu spouští rychle. V aplikaci nejsou přítomné reklamy. Aplikace neumožňuje sdílení dat a export dat z aplikace, například na email.
CENA	Aplikace je zdarma dostupná na Google Play.
VÝUKOVÉ CÍLE A VÝSTUPY	Žák zjistí, jaké vazby základní organické sloučeniny obsahují, a může si pomocí vizualizace porovnat jejich stavbu.
KVALITA OBSAHU	Obsah aplikace je pro výuku na gymnáziích terminologicky i fakticky postačující. Obsah je vhodný k dosažení výukových cílů.
VHODNOST	Aplikace je adekvátní úrovni žáků na gymnáziích.
AUTONOMIE	Žák může s aplikací pracovat ve škole i doma. Aplikace nevyžaduje během používání připojení k internetu, a proto je možné ji používat kdykoliv.
VÍCEÚČELOVOST	Aplikaci je možné využít i při výuce organických reakcí, neboť obsahuje vybrané mechanismy reakcí.
VELIKOST	22 MB

Funkce aplikace a didaktické poznámky:

Aplikace Organic Chemistry Visualized je vhodná při výuce základních tvarů molekul v organické chemii. Žák zde může rozlišit skutečné rozložení atomů a vazeb v molekule pomocí animací. Uživatel si může volit, který typ organické sloučeniny (alkany, alkeny, alkyny) si chce prohlédnout (Obrázek 10). K jednotlivým sloučeninám je přiřazena animace, v níž lze vidět rotující molekulu (Obrázek 11). Tato animace se spustí kliknutím na název sloučeniny. Malou nevýhodou může být, že si uživatel nemůže molekulou otáčet dle svých potřeb, ale je mu umožněno pouze zhlédnutí animace. Aplikace obsahuje i jednoduchý kvíz pro procvičení názvosloví základních organických sloučenin.



Obrázek 10 – Organic Chemistry Visualized – Alkany, alkeny a alkyny [23]



Obrázek 11 – Organic Chemistry Visualized – Vizualizace ethanu, ethenu a ethynu [23]

3.2.3 Molecular Constructor



Obrázek 12 – Logo Molecular Constructor [27]

Autor: Alexander Teplukhin

Hodnocená verze: 1. 4. 1

Poslední aktualizace: 10. srpna 2018 (ke dni 31. 3. 2019)

Molecular Constructor je mobilní aplikace pro sestavení molekul nejen organických sloučenin. Používáním této aplikace může uživatel sestavit molekulu a optimalizovat její prostorovou strukturu. Hodnocení dle kritérií shrnuje tabulka 11.

Tabulka 11 – Hodnocení dle kritérií – Molecular Constructor

Kritérium	Hodnocení
UŽIVATELSKÁ PŘÍVĚTIVOST	Práce s aplikací je velmi snadná. Žák si intuitivně osvojí nejrůznější funkce, které aplikace umožňuje. Vše je psáno v anglickém jazyce. Aplikace obsahuje stručný návod.
LIMITY VYUŽITÍ	Aplikace se na běžném mobilním telefonu spouští rychle a nejsou v ní přítomné reklamy. Aplikace umožňuje ukládání dat přímo do knihovny a jejich sdílení či export z aplikace, například na email. Žák si tak může uložit potřebná data a kdykoliv se k nim vrátit.
CENA	Aplikace je zdarma dostupná na Google Play.
VÝUKOVÉ CÍLE A VÝSTUPY	Pomocí aplikace si žák sám může sestavit organickou molekulu. Žák zjistí, jaké vazby základní organické sloučeniny obsahují, a může na základě vizualizace porovnat jejich strukturu.
KVALITA OBSAHU	Obsah aplikace je pro výuku na gymnáziích terminologicky i fakticky postačující. Obsah je vhodný k dosažení výukových cílů.

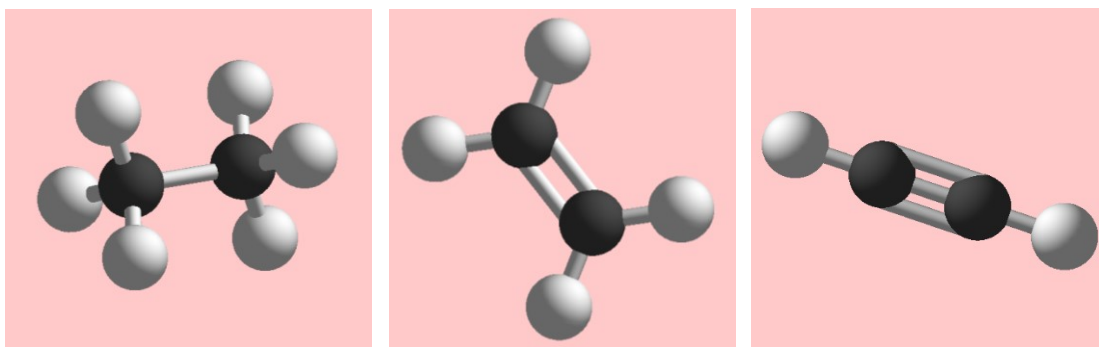
VHODNOST	Aplikace je adekvátní úrovni žáků na gymnáziích.
AUTONOMIE	Žák může s aplikací pracovat ve škole i doma. Žáka by mohla práce s aplikací bavit, neboť umožňuje sestavování molekul organických sloučenin. Aplikace nevyžaduje během používání připojení k internetu, a proto je možné ji používat téměř kdykoliv.
VÍCEÚČELOVOST	Aplikaci lze využít při výuce organické chemie.
VELIKOST	1,8 MB

Funkce aplikace a didaktické poznámky:

Aplikace Molecular Constructor umožňuje sestavování molekul organických sloučenin. Po dotyku na displej mobilního telefonu se objeví možnost výběru nového atomu. Opakovaným dotykem si takto uživatel navolí požadovaný počet atomů uhlíku. Poté klikne postupně na dva vybrané atomy uhlíku a tím je spojí jednoduchou vazbou. Po opakovaném dotyku na cílový atom se otevře nabídka *Change bond*, kde si může uživatel vybrat, zda chce, aby daná vazba byla jednoduchá (*Single*), dvojná (*Double*) či trojná (*Triple*). Takto si sestaví celý uhlíkatý skelet organické molekuly. Pomocí tlačítka *Tools* vybere možnost *Add hydrogens* a aplikace sama přidá chybějící atomy vodíku. Po aktivaci tlačítka *Shaping* se upraví délky vazeb v molekule a celá prostorová struktura sestavené molekuly. Po deaktivaci tohoto tlačítka lze molekulou libovolně otáčet a prohlédnout si tak její strukturu. Příklady jsou znázorněny na Obrázku 13. Nevýhodou je, že při neopatrném otáčení molekuly se podaří občas uchopit atom uhlíku a tím se opět molekula zdeformuje. To však lze napravit opětovným použitím tlačítka *Shaping*.

Aplikaci Molecular Constructor lze využít nejen při výuce tvarů molekul v organické chemii, ale také například při výuce organického názvosloví, nebo v úvodu kapitol jednotlivých organických derivátů.

U všech sestavených sloučenin se zobrazí i relativní molekulová hmotnost.



Obrázek 13 – Molecular Constructor – Ethan, ethen, ethyn [24]

3.2.4 Shrnutí hodnocení aplikací

Mobilní aplikace umožňují vizualizaci molekul (ChemTube3D, Organic Chemistry Visualized), dále poskytují vizualizaci orbitalů v základních typech vazeb v organických sloučeninách (ChemTube3D). Mobilní aplikaci Molecular Costructor je možné využít při sestrojování molekul.

3.3 Hodnocení webových stránek

V kapitole je uvedena analýza tří vybraných webových stránek na základě hodnotících kritérií pro webové stránky uvedených v teoretické části (viz kap. 2.3.4). Byly hodnoceny tyto tři webové stránky:

- Elektronická učebnice (ELUC) [28];
- E-Chembook [29];
- ChemTube3D [30].

Uvedené webové stránky byly vyhledány pomocí vyhledávače Google po zadání následujících hesel (ke dni 31. 3. 2019): „*organická chemie alkany, alekny a alkyny*“ (Elektronická učebnice – 3. výsledek vyhledávání, první výsledek neobsahující zbytečné rušivé reklamy) a „*uhlovodíky – základy organické chemie*“ (E-Chembook, 2. výsledek vyhledávání, 1. výsledek byl odkaz na stažení dokumentu ve formátu MS Word). Třetí webovou stránkou je ChemTube3D, na kterou je uveden odkaz ve stejnojmenné aplikaci (viz kap. 3.2.1).

3.3.1 Elektronická učebnice (ELUC)

Na vytvoření oddílu organické chemie na webové stránce Elektronická učebnice (ELUC) se podíleli následující autoři: Mgr. Lenka Hegerová, Mgr. Michal Bezděk,

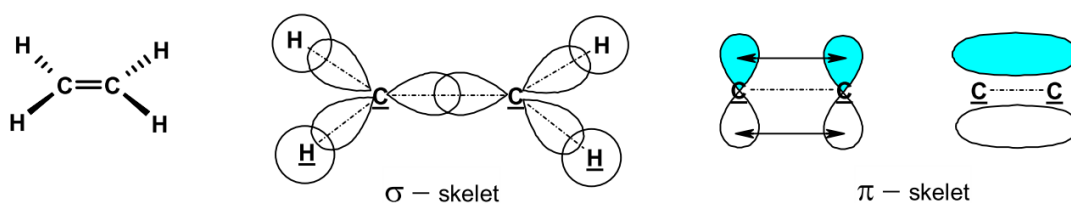
RNDr. Jiří Spáčil, Bc. Vladislav Heger, Ing. Daniela Hradilová, Prof. Ing. Pavel Hradil, CSc., Dagmar Marková.

Elektronická učebnice je webový portál obsahující elektronické učebnice několika předmětů. Učebnice předmětu chemie obsahuje zpracovaná hlavní témata z různých oblastí chemie (obecná chemie, anorganická chemie, organická chemie, biochemie, základy laboratorní techniky) a speciální kapitoly s několika zajímavými tématy. U některých kapitol nalezneme zajímavé odkazy například na videa (viz kap. 3.4.3) nebo soubory s příklady pro procvičení učiva. Hodnocení dle kritérií shrnuje tabulka 12.

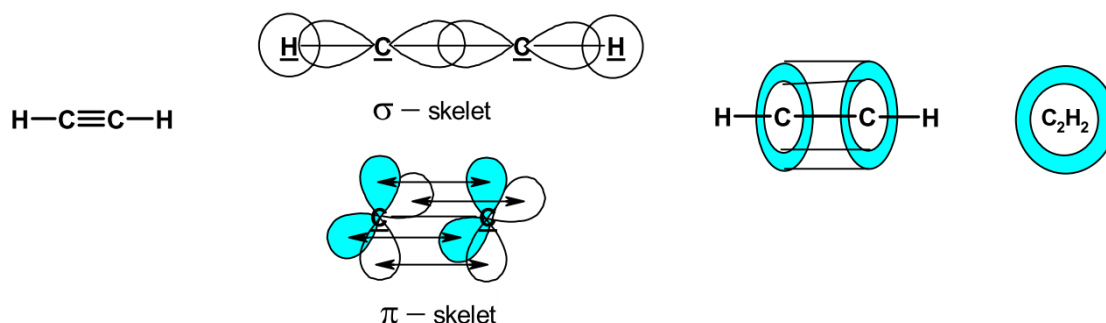
Tabulka 12 – Hodnocení dle kritérií – Elektronická učebnice (ELUC)

Kritérium	Hodnocení
ROZSAH UČIVA	Rozsah učiva odpovídá obsahu látky na gymnáziích a je v souladu s RVP G.
STRUKTURA	Struktura webových stránek je velmi přehledná. V navigaci si uživatel zvolí, které téma ho zajímá a postupně si tak volí daná témata a podtémata. Jednotlivá hesla v navigaci na sebe logicky navazují. Analyzované téma se nachází rozdělené v kapitolách <i>Úvod do organické chemie</i> a <i>Uhlovodíky</i> . Na webových stránkách jsou umístěny odkazy na videa (autor videí – Gordon Watson), která umožňují vizualizaci vazeb v molekule ethanu, ethenu a ethynu. Tato videa poskytují vizualizaci vzniku jednotlivých typů vazeb i s výkladem (viz kapitola 3.4.3).
JAZYKOVÁ ÚROVEŇ	Výklad je psán pro žáky gymnázií srozumitelně a terminologicky správně.
RESPEKTOVÁNÍ DIDAKTICKÝCH ZÁSAD	Obsah jednotlivých témat je přiměřený věku a znalostem žáků na gymnáziu. Jednotlivé informace na sebe logicky navazují a výklad je ucelený. V textu jsou umístěny názorné obrázky, které napomáhají lepšímu pochopení učiva (Obrázek 14, 15).

	V pravém okraji webu jsou odkazy na různé související pojmy, které je potřeba znát (u alkenů – hybridní stav sp^2 , u alkynů – hybridní stav sp , adice, elektrofil, nukleofil).
GRAFICKÉ ZPRACOVÁNÍ	Design stránek je pěkný, pro uživatele příjemný a umožňuje mu snadnou orientaci v učivu. Učivo je uspořádáno do přehledných kapitol.
ZOBRAZENÍ WEBOVÝCH STRÁNEK	Text a obrázky se na webových stránkách zobrazují správně a při zobrazování se nevyskytují žádné problémy. Odkazy na některé pojmy, které jsou v textu zvýrazněny, neexistují.



Obrázek 14 – Molekula ethenu [28]



Obrázek 15 – Molekula ethynu [28]

Funkce webových stránek a didaktické poznámky:

Webové stránky ELUC umožňují uživateli rychlou přehlednou orientaci v učivu organické chemie. Žák si může pomoci prohlédnout vizualizaci molekul ethanu, ethenu a ethynu v souvislosti s jednotlivými hybridizovanými stavy. Vyučující může využít přehledných obrázků a odkazů na videa při vyučovací hodině. Žákovi je zároveň umožněno mít doma ke studiu stejný materiál, se kterým byl již seznámen během výkladu

ve škole. Vyučující může rovněž využít videí vzniku vazeb v molekule ethanu, ethenu a ethynu a přiblížit tak ve výuce daný problém několika způsoby.

3.3.2 E-Chembook



Obrázek 16 – E-Chembook [29]

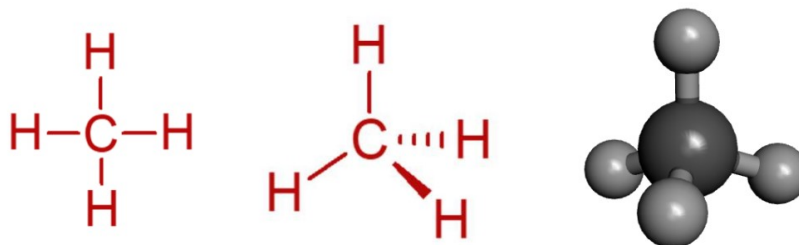
Autor: RNDr. Jan Břížďala

E-ChemBook (Multimediální učebnice chemie) je vzdělávací portál, který má za cíl být elektronickou příručkou chemie využitelnou při studiu na gymnáziích a jiných školách, přípravě k maturitě i přijímacím zkouškám na vysoké školy. [29] Hodnocení dle kritérií shrnuje tabulka 13.

Tabulka 13 – Hodnocení dle kritérií – E-Chembook

Kritérium	Hodnocení
ROZSAH UČIVA	Rozsah učiva odpovídá obsahu látky na gymnáziích a je v souladu s RVP G. Na tomto webu však není kladen téměř žádný důraz na vizualizaci a prostorovou strukturu molekul.
STRUKTURA	Struktura webových stránek je přehledná. Orientaci na webových stránkách usnadňuje navigace, která dělí oddíl organické chemie do jednotlivých kapitol. Analyzované téma se nachází v kapitole <i>Uhlovodíky</i> . Jednotlivá hesla v navigaci na sebe logicky navazují. Některé kapitoly jsou zpracované v pdf formátu.
JAZYKOVÁ ÚROVEŇ	Výklad je psán pro žáky gymnázií srozumitelně a terminologicky správně, avšak velmi stručně.
RESPEKTOVÁNÍ DIDAKTICKÝCH ZÁSAD	Obsah jednotlivých témat je přiměřený věku a znalostem žáků na gymnáziu, ale konkrétně v rámci vazeb v organických sloučeninách velmi chybí souvislost vzniku

	<p>vazeb s hybridizovanými stavy. Pro alkany je obsažena u methanu informace: <i>Molekula methanu má tvar tetraedru (čtyřstěnu)</i>. Molekula methanu je znázorněna pomocí základních typů vzorců (Obrázek 17). Pro alkeny a alkyny se ve výkladu nachází pouze následující informace: <i>Každá dvojná vazba je tvořena jednou vazbou σ (sigma) a jednou vazbou π (pí). Každá trojná vazba je tvořena jednou vazbou sigma (σ) a dvěma vazbami pí (π).</i> [29] Vizualizace těchto molekul chybí.</p>
GRAFICKÉ ZPRACOVÁNÍ	<p>Design stránek je pro uživatele příjemný a umožňuje mu rychlou orientaci v učivu. Učivo je uspořádáno do přehledných kapitol. Chybí zde názorné obrázky, které by napomáhaly porozumění učiva.</p>
ZOBRAZENÍ WEBOVÝCH STRÁNEK	<p>Text se na webových stránkách zobrazuje správně a nevyskytují se žádné problémy.</p>



Obrázek 17 – Molekula methanu [29]

Funkce webových stránek a didaktické poznámky:

Webové stránky E-Chembook poskytují základní přehled chemie. Chybí zde souvislosti mezi jednotlivými oblastmi chemie a nenalezneme téměř žádnou vizualizaci tvarů molekul v organické chemii.

3.3.3 ChemTube3D



Obrázek 18 – ChemTube3D [30]

Autor: Nick Greeves (University of Liverpool)

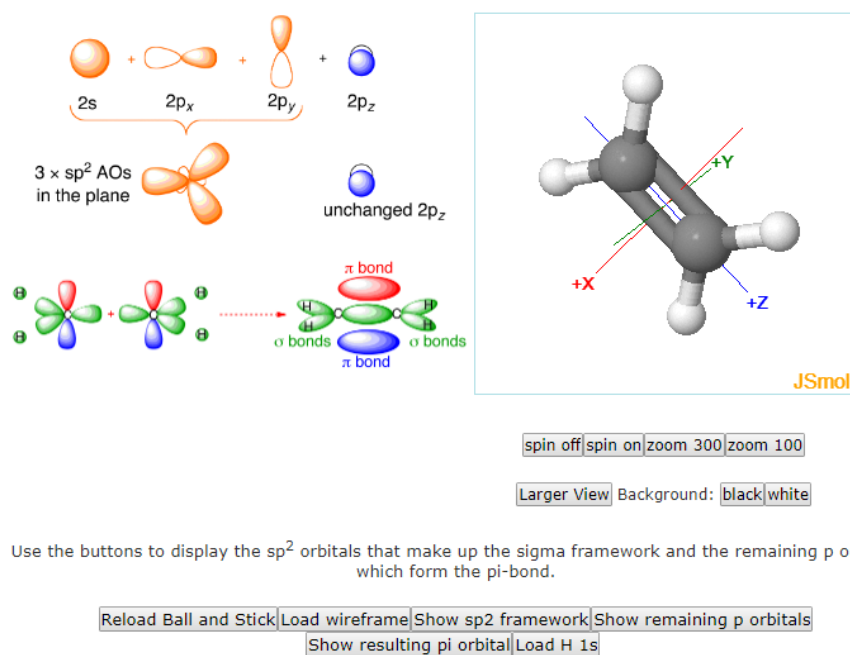
Odkaz na webovou stránku ChemTube3D nalezneme v mobilní aplikaci se stejným názvem (viz kap. 3.2.1). Tato webová stránka poskytuje stejně jako stejnojmenná aplikace interaktivní 3D animace a struktury s doplňujícími informacemi. Webová stránka se zabývá nejrůznějšími tématy – atomové a molekulové orbitály, strukturou a vazbami molekul, tvary vybraných molekul dle teorie VSEPR a mechanismy organických reakcí. Hodnocení dle kritérií shrnuje tabulka 14.

Tabulka 14 – Hodnocení dle kritérií – ChemTube3D

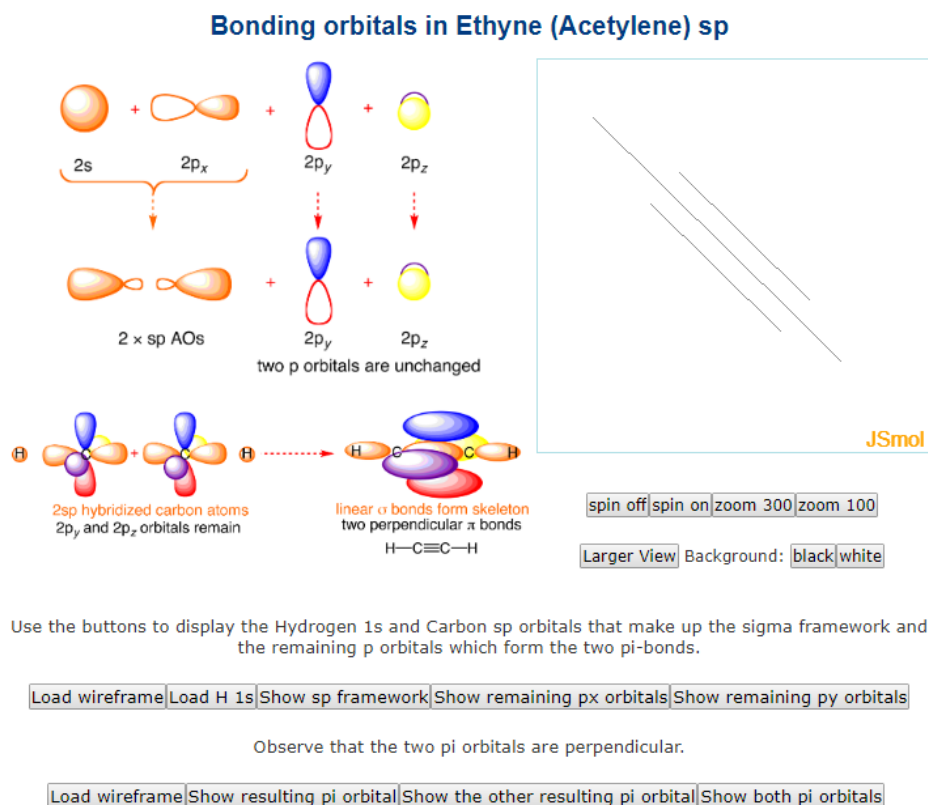
Kritérium	Hodnocení
ROZSAH UČIVA	Rozsah učiva odpovídá obsahu látky na gymnáziích.
STRUKTURA	Struktura webových stránek je velmi přehledná. V navigaci uživatel klikne na možnost <i>Structure and bonding</i> a v následující nabídce si vybere <i>Atomic and Molecular orbitals</i> a poté si zvolí požadovanou sloučeninu (<i>Methane, Ethylene, Acetylene</i>).
JAZYKOVÁ ÚROVEŇ	Výklad je psán v anglickém jazyce.
RESPEKTOVÁNÍ DIDAKTICKÝCH ZÁSAD	Obsah jednotlivých témat je přiměřený věku a znalostem žáků na gymnáziu. Princip vazeb je vysvětlen pomocí názorných obrázků, ve kterých na sebe jednotlivé informace logicky navazují (Obrázek 19, 20). U každé molekuly se nachází interaktivní okno, kde je umožněna vizualizace molekuly. Funkce jsou obdobné jako ve stejnojmenné aplikaci (viz kap. 3.2.1).

GRAFICKÉ ZPRACOVÁNÍ	Design stránek je přehledný, jednoduchý, pro uživatele příjemný a umožňuje mu snadnou orientaci v učivu.
ZOBRAZENÍ WEBOVÝCH STRÁNEK	Text a obrázky se na webových stránkách zobrazují správně a při zobrazování se nevyskytují problémy.

Bonding orbitals in Ethene (Ethylene) sp^2



Obrázek 19 – ChemTube3D – Ethen [30]



Obrázek 20 – ChemTube3D – Ethyn [30]

Funkce webových stránek a didaktické poznámky:

Webové stránky ChemTube3D stejně jako mobilní aplikace shodného názvu poskytují podrobný popis vzniku vazeb a vizualizaci vybraných organických molekul. Webové stránky i mobilní aplikace mají stejné funkce. Výhodou existence webových stránek i mobilní aplikace je, že vyučující může s těmito stránkami ve vyučovací hodině pracovat například přes interaktivní tabuli nebo dataprojektor a zároveň má každý žák možnost prohlédnout si daný problém individuálně ve svém chytrém telefonu.

3.3.4 Shrnutí hodnocení webových stránek

Webové stránky jsou využitelný didaktický prostředek, který lze zařadit do výuky, neboť žáci ho mají k dispozici. Web Elektronická učebnice (ELUC) poskytuje základní přehled v problematice vazeb z pohledu orbitalů. Nejvíce využitelná je ve výuce webová stránka ChemTube3D, protože existuje stejnojmenná mobilní aplikace a žáci tak mohou v hodině nebo doma pracovat se svými mobilními telefony. Zřejmě nejméně vhodná pro výuku analyzovaného tématu je webová stránka E-Chembook, která poskytuje z uvedených vzdělávacích webů nejméně informací.

3.4 Hodnocení videí

Následující kapitola obsahuje hodnocení vybraných videí podle kritérií uvedených v teoretické části (viz kapitola 2.3.5).

Byla hodnocena tato videa ze tří různých zdrojů:

- Khanova škola [31], [32];
- Hybrid Orbitals explained – Valence Bond Theory [33];
- EthaneBonding [34], EtheneBonding [35], EthyneBonding [36] – Gordon Watson.

Uvedená videa byla vyhledána pomocí vyhledávače Google po zadání hesla (ke dni 31. 3. 2019): „*organická chemie video*“ (Khanova škola – 1. výsledek vyhledávání) a pomocí vyhledávání YouTube po zadání hesla (ke dni 31. 3. 2019) „*hybridization orbitals and bonds organic chemistry*“ (Hybrid Orbitals explained – Valence Bond Theory – 3. výsledek vyhledávání, 1. výsledek s kvalitní počítačovou animací). Jako třetí byl vybrán soubor videí EthaneBonding, EtheneBonding a EthyneBonding, na který byl nalezen odkaz u jednotlivých kapitol (alkany, alkeny a alkyny) na webových stránkách Elektronická učebnice (viz kap. 3.3.1).

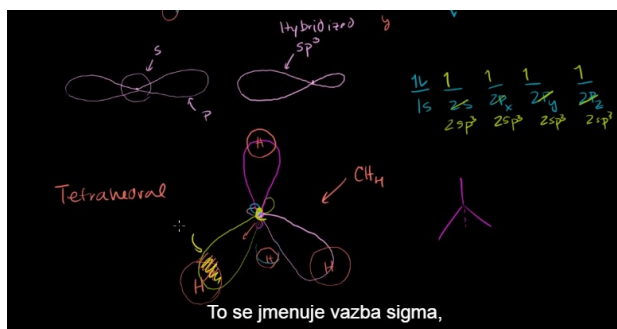
3.4.1 Khanova škola

Autor: Khan academy (Created by Sal Khan)

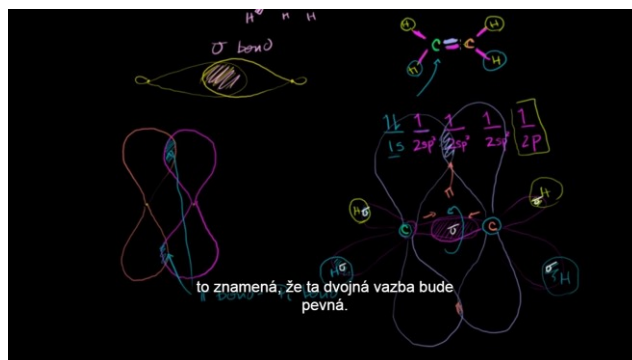
Khanova škola (název webové stránky vznikl překladem z anglického originálu Khan Academy) je webová stránka obsahující výuková videa. V oblasti Základy organické chemie jsou dostupná 2 videa, která se týkají vizualizace organických sloučenin a jednotlivých typů vazeb v nich: *Sp3 hybridizované orbitaly a sigma vazby (sp3 hybridized orbitals and sigma bonds)* [31] a *Pí vazby a sp2 hybridizované orbitaly (pi bonds and sp2 hybridized orbitals)* [32]. Videa obsahují podrobný popis vzniku vazby v alkanech, alkenech a alkýnech v souvislosti s atomovými orbitaly a hybridizací. Obě videa jsou v anglickém jazyce. Hodnocení dle kritérií shrnuje tabulka 15.

Tabulka 15 – Hodnocení dle kritérií – Khanova škola

Kritérium	Hodnocení
DIDAKTICKÝ KONTEXT	Ve videích je vidět myšlenkový vývoj vzniku jednoduché a dvojné vazby demonstrovány na molekule methanu a ethenu. Video pro vizualizaci molekuly ethynu není zahrnuto.
VĚDECKÉ STANDARDY	Informace obsažené ve videích jsou pro žáky střední školy terminologicky správně.
VÝBĚR OBSAHU A JEHO REDUKCE	Ve videích jsou zdůrazněny nejdůležitější informace, které se jednoduché a dvojné vazby týkají.
ESTETICKÁ KVALITA	Obrázky obsažené ve videích jsou velmi nízké kvality a pro některé žáky by mohly působit nepřehledně (Obrázek 21, 22).



Obrázek 21 – sp^3 hybridizované orbitály a sigma vazby [31]



Obrázek 22 – π vazby a sp^2 hybridizované orbitály [32]

Funkce videí a didaktické poznámky:

Videa z Khanovy školy týkající se analyzovaného tématu obsahují ucelený výklad vzniku vazeb v základních organických sloučeninách alkanech a alkenech, avšak kvalita obrázků a jejich názornost je velmi malá. Pro učitele nejsou tato videa při výkladu příliš využitelná. Videa jsou vhodná spíše jako doplňkový studijní materiál pro žákovu domácí přípravu, poté co již absolvoval výklad ve škole. Učitel se může inspirovat strukturou výkladu předvedenou ve videu v případě, že by byl nucen vyučovat tuto problematiku ve třídě, kde by nebyla k dispozici žádná počítačová technika.

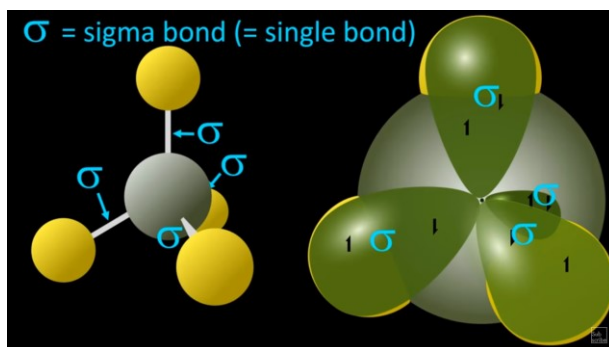
3.4.2 Hybrid Orbitals explained – Valence Bond Theory

Autor: Crash Chemistry Academy

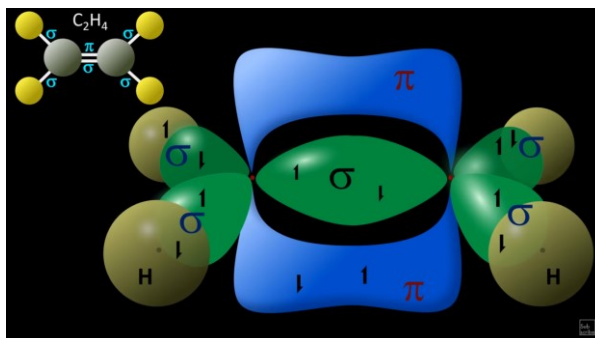
Video Hybrid Orbitals explained – Valence Bond Theory se věnuje vzniku jednoduché, dvojné a trojné vazby v souvislosti s hybridizovanými stavy atomů uhlíku. Obsahuje velmi pěkné doplňující animace, pro výklad těchto souvislostí. Vše je odvozeno od základní elektronové konfigurace atomu uhlíku a postupně se animace rozšiřují na hybridizaci a jednotlivé typy vazeb v alkanech, alkenech a alkynech. Video je v anglickém jazyce.

Tabulka 16 – Hodnocení dle kritérií – Hybrid Orbitals explained – Valence Bond Theory

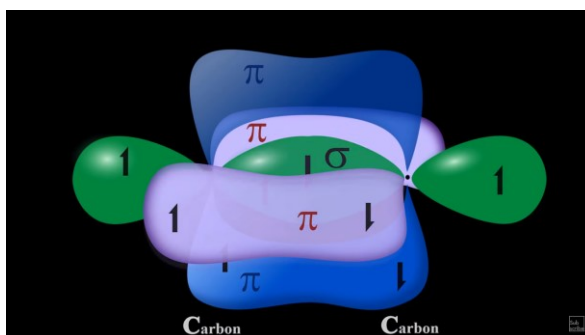
Kritérium	Hodnocení
DIDAKTICKÝ KONTEXT	Ve videu je znázorněn vznik jednoduché, dvojné a trojné vazby demonstrováný na molekule methanu, ethenu a ethynu. Je kladen důraz na vlastnosti atomu uhlíku a jeho jednotlivé hybridizované stavy.
VĚDECKÉ STANDARDY	Informace obsažené ve videu jsou pro žáky střední školy terminologicky správně.
VÝBĚR OBSAHU A JEHO REDUKCE	Ve videu jsou zdůrazněny nejdůležitější informace, které se jednoduché, dvojné a trojné vazby v organických sloučeninách týkají.
ESTETICKÁ KVALITA	Animace obsažené ve videu jsou velmi názorné a přehledné (Obrázek 23, 24, 25).



Obrázek 23 - Molekula methanu [33]



Obrázek 24 - Molekula ethenu [33]



Obrázek 25 - Molekula ethynu [33]

Funkce videí a didaktické poznámky:

Video Hybrid Orbitals explained – Valence Bond Theory obsahuje pro výuku velmi názorné animace typů vazeb v molekulách alkanů, alkenů a alkynů. Učitel může video využít při výkladu analyzovaného tématu, neboť může velmi pomoci žákům k osvojení nových poznatků. Toto video lze také použít při výkladu teorie hybridizace v obecné chemii a její souvislosti s organickou chemií.

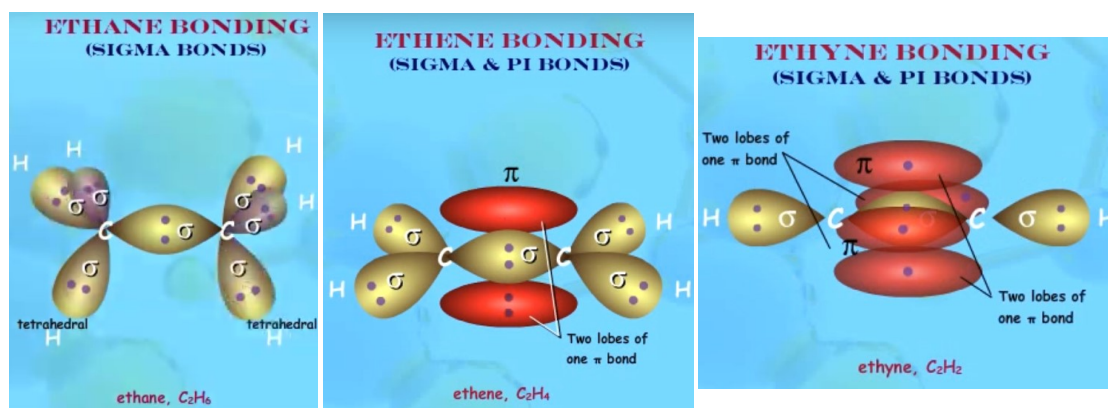
3.4.3 EthaneBonding, EtheneBonding, EthyneBonding

Autor: Gordon Watson

Odkaz na videa EthaneBonding, EtheneBonding, EthyneBonding nalezneme na webových stránkách s názvem Elektronická učebnice (viz kap. 3.3.1). Video obsahují popis vzniku jednoduché, dvojné a trojné vazby v molekulách organických sloučenin pomocí jednoduchých animací.

Tabulka 17 – Hodnocení dle kritérií – EthaneBonding, EtheneBonding, EthyneBonding

Kritérium	Hodnocení
DIDAKTICKÝ KONTEXT	Ve videích je vysvětlen vznik jednoduché, dvojné a trojné vazby demonstrováný na molekule ethanu, ethenu a ethynu. Je kladen důraz na vlastnosti atomu uhlíku a souvislost mezi hybridizovanými stavy a vznikem vazby.
VĚDECKÉ STANDARDY	Informace obsažené ve videích jsou pro žáky střední školy terminologicky správně.
VÝBĚR OBSAHU A JEHO REDUKCE	Ve videích jsou zdůrazněny nejdůležitější informace, které se jednoduché, dvojné a trojné vazby v organických sloučeninách týkají.
ESTETICKÁ KVALITA	Animace obsažené ve videích jsou velmi názorné a přehledné. Video však nelze spustit ve vyšším rozlišení (Obrázek 26).



Obrázek 26 – Ethan [34], ethen [35], ethyn [36]

Funkce videí a didaktické poznámky:

Videa EthaneBonding, EtheneBonding, EthyneBonding obsahují kompletní popis vzniku vazeb v alkanech, alkenech a alkynech. Lze je použít při výkladu, ale jejich velkou nevýhodou je nižší kvalita přehrávání. Z tohoto důvodu je možné vhodné použít při výkladu jiný zdroj a toto video doporučit žákům k domácí přípravě.

3.4.4 Shrnutí hodnocení videí

Ve výuce je vhodné použít videa jako vizualizační prostředek. Ve videu Hybrid Orbitals explained – Valence Bond Theory jsou postupně vidět jednotlivé hybridizované stavy uhlíku a vše je přiblíženo na velmi názorných animacích. Tři videa EthaneBonding, EtheneBonding a EthyneBonding jsou také přehledně zpracována, avšak z důvodu nižší kvality zobrazení není příliš vhodné je žákům promítat na velké plátno, ale spíše je doporučit jako domácí studijní materiál. Videa z Khanovy školy je vhodné navrhnout žákům spíše k domácí přípravě, protože neobsahují příliš kvalitní animace vhodné k promítání. Jedná se pouze o zápis probírané tematiky na „tabuli“.

3.5 Didaktické zpracování vyučovací hodiny

Kapitola obsahuje zpracování vyučovací hodiny, která se zabývá tvary molekul a vazbami σ a π v základních organických sloučeninách jakými jsou alkany, alkeny a alkyne. Zabývá se jejich vizualizací s důrazem na jednotlivé hybridizované stavy uhlíku.

Vyučovací hodina je navržena podle tradičního modelu fází výuky (viz kap. 2.4). Zahrnuje úvodní aktivitu (Organická čtyřsměrka), výkladovou powerpointovou prezentaci spojenou s pracovním listem a jednu skupinovou aktivitu (Organické puzzle). Byla navržena ještě jedna skupinová aktivita (Balonky) pro procvičení učiva s navrhovaným zařazením na začátek další vyučovací hodiny. Samostatná práce a skupinové aktivity byly inspirovány didaktickým cyklem CMIARE, který byl popsán v teoretické části (viz kap. 2.4).

Pro vyučovací hodinu byly stanoveny následující cíle:

- Žák aplikuje získané poznatky z názvosloví organických sloučenin.¹
- Žák rozpozná nejjednodušší organické sloučeniny (alkany, alkeny a alkyny).
- Žák užívá základní chemické pojmy (atom, orbital s, orbital p, základní stav atomu, excitovaný stav atomu, hybridizace sp^3 , hybridizace sp^2 , hybridizace sp , vazba σ , vazba π , alkany, alkeny, alkyny).
- Žák rozpozná jednotlivé hybridizované stavy atomových orbitalů (hybridizace sp^3 , hybridizace sp^2 , hybridizace sp).
- Žák rozezná typy vazeb (jednoduchá, dvojná, trojná) v organických sloučeninách a rozezná σ a π vazby.
- Žák zdůvodní souvislost mezi hybridizovaným stavem uhlíku a vazbou σ a π .
- Žák aplikuje získané poznatky na konkrétních organických sloučeninách (methan, ethan, ethen a ethyn).

Průběh vyučovací hodiny byl stanoven dle fází výuky (motivace, expozice, fixace). U každé fáze byla rovněž navržena časová náročnost.

- Motivace: Organická čtyřsměrka (samostatná práce) – 10 minut
- Expozice: powerpointová prezentace spojená s pracovním listem – 20 minut
- Fixace: Organické puzzle (skupinová práce) – 10 minut

V časovém rozvržení hodiny je počítáno i s organizační fází hodiny. Tato fáze obsahuje pozdrav vyučujícího, uvítání, zápis do třídní knihy, ukončení hodiny, rozloučení se s žáky a jiné nedílné součásti každé vyučovací hodiny. Na fázi je navržena časová dotace 5 minut.

Odstavce 3.5.1–3.5.3 obsahují podrobné zpracování jednotlivých fází navržené vyučovací hodiny i s metodickými pokyny pro vyučující. V odstavci 3.5.4 je popsána aktivita Balonky.

¹ Záleží na vyučujícím, zda názvosloví organické chemie již do výuky zařadil.

3.5.1 Motivační fáze

Aktivita s názvem Organická čtyřsměrka je zařazena v rámci motivační fáze vyučovací hodiny. Žáci si zopakují důležité pojmy a názvosloví základních organických sloučenin. V tajence získají klíčové pojmy pro téma vizualizace tvarů molekul a vazeb v nich. Pokud byla žákům od jejich vyučujícího již dříve doporučena mobilní aplikace Molecular Constructor (viz kap. 3.2.3) a jsou seznámeni s jejími funkcemi, mohou ji nyní opět využít (viz evaluace). Pokud se vyučující rozhodne mobilní aplikaci do výuky nezařadit, lze aktivitu provést i bez jejího použití.

Aktivita byla zpracována pomocí didaktického cyklu CMIARE (viz kap. 2.4).

Cíl: Žák aplikuje získané poznatky z názvosloví organických sloučenin. Žák užívá základní chemické pojmy (orbital, uhlík, uhlovodíky, jednoduchá (resp. dvojná, trojná) vazba).

Cíl formulovaný žákům: „Při řešení čtyřsměrky si zopakujeme vybrané základní chemické pojmy a názvosloví jednoduchých organických sloučenin. Vyluštěním čtyřsměrky získáme v tajence klíčové pojmy, které následně aplikujeme při odvozování a zdůvodňování struktury organických sloučenin a uvedeme jejich vzájemné vztahy.“

Metoda: Žáci řeší čtyřsměrku (hledají pojmy vodorovně zleva doprava a zprava doleva, svisle shora dolů a zdola nahoru) samostatně nebo ve dvojicích.

Instrukce: Vyučující si před hodinou připraví požadovaný počet čtyřsměrek se zadáním (Příloha č. 1). V hodině budou žáci řešit danou aktivitu dle zadání. Na vyřešení zadaného úkolu mají žáci 6 minut (dle potřeby).

Zadání pro žáky: Ve čtyřsměrce nalezněte odpovědi na dané otázky a názvy uvedených sloučenin².

Akce: Žáci mají ve čtyřsměrce nalézt následující pojmy: uhlík, uhlovodíky, orbital, dvojná, trojná, methan, ethan, butan, ethen, prop-1-en, buta-1,3-dien, ethyn, prop-1-yn. Vyučující může čas, jež žáci věnují aktivitě, využít např. k zápisu do třídní knihy.

Vyučující se studenty projde odpovědi na jednotlivé otázky a společně zkontrolují názvy sloučenin, jejichž správné určení vedlo k vyluštění tajenky. Řešením Organické čtyřsměrky jsou tři pojmy: MOLEKULY, VAZBY, HYBRIDIZACE (Obrázek 27).

² Otázky a vzorce sloučenin jsou uvedeny v Příloze č. 1.

U	B	U	T	A	1	3	D	I	E	N
H	E	T	H	Y	N	M	V	U	T	E
L	O	L	E	K	P	U	O	H	H	T
O	L	Y	P	O	R	V	J	L	A	H
V	M	A	R	R	O	Z	N	Í	N	E
O	E	B	O	B	P	*	Á	K	Y	N
D	T	*	P	I	1	B	U	T	A	N
Í	H	H	1	T	E	Y	B	*	R	I
K	A	D	Y	A	N	I	Z	*	A	C
Y	N	E	N	L	T	R	O	J	N	Á

Obrázek 27 – Organická čtyřsměrka – řešení

Reflexe: Vyučující může klást např. tyto dotazy: „Který žák z dvojice objevil nejvíce slov? Čím to bylo? Které slovo jste objevili jako první? Bylo to tím, že bylo nejjednodušší? Jak jste postupovali při hledání?“

Evaluace: Jelikož evaluace by měla ověřovat, že byly splněny znalostní a dovednostní cíle. Jako vhodné dotazy může vyučující pokládat následující: „Roztřídte odpovědi na dané otázky a názvy uvedených sloučenin ze čtyřsměrky na pojmy týkající se alkanů, pojmy týkající se alkenů a pojmy, které se týkají alkynů. Jaký je rozdíl mezi prop-1-enem a prop-1-ynem? Zkonstruuje čtyřuhlíkatou molekulu ze zadání v mobilní aplikaci Molecular Constructor.“

3.5.2 Expoziční fáze s prvky fixace

Expozice nového učiva je navržena s podporou powerpointové prezentace, která je propojena s pracovním listem. Přímou v prezentaci je obsaženo zadání s odkazem na řešení pracovního listu, který budou mít žáci k dispozici. Bude se střídát expoziční fáze výkladu s fixační fází, která bude podpořena krátkými úkoly.

Prezentace je elektronickou přílohou této práce a pracovní list je obsažen v tištěných přílohách (Příloha č. 2).

Cíl expoziční fáze formulovaný žákům: „Vyluštěním tajenky jsme získali pojmy: molekuly, vazby, hybridizace. Tyto pojmy a vztahy mezi nimi nám pomohou k objasnění základních tvarů organických sloučenin a též chemických vlastností uhlovodíků.“

V následujících odstavcích je představena navržená powerpointová prezentace.

Snímek č. 1 a snímek č. 2:

Obrázek 28 – Snímek č. 1, snímek č. 2

Didaktické poznámky: Úvodní snímek obsahuje název tématu, kterému se vyučovací hodina bude věnovat. Název tohoto tématu souvisí s pojmy, které žák získal vyluštěním tajenky. Vyučující tak může plynule navázat na motivační fázi hodiny (viz kap. 3.5.1). Cílem druhého snímku je, aby si žáci uvědomili, že v uhlovodících se nachází tři různé typy vazeb a s pomocí vyučujícího si položili otázku, jaký je mezi nimi rozdíl a co je jeho příčinou. Na snímku se po jednotlivých kliknutích postupně zobrazují obrázky a příslušné popisky.

Snímek č. 3 a snímek č. 12:

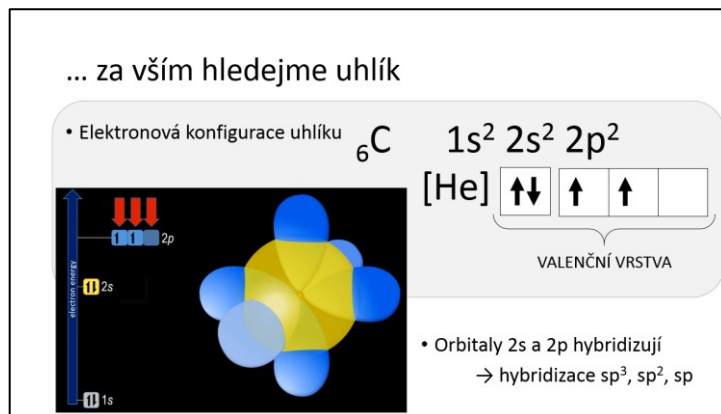
Obrázek 29 – Snímek č. 3, snímek č. 12

Didaktické poznámky: Na snímku č. 3 je zadána první úloha z pracovního listu, kterou je doplnění elektronové konfigurace atomu uhlíku a označení valenční vrstvy. V pravém dolním rohu se nachází odkaz na řešení této úlohy (snímek č. 12).

Řešení úlohy může třeba jeden či více žáků přepsat a znázornit jej na tabuli. Je vhodné žákům řešení v hodině uvést, aby si všichni mohli zkontrolovat správnost svého zápisu. Řešení úlohy se nachází na snímku č. 12 a zobrazí se po kliknutí na šipku

„Řešení“. Na snímku č. 12 jsou všechny informace, které měly být doplněny, zvýrazněny červeně. Po kliknutí na šipku „Pokračovat“ bude následovat snímek č. 4. Pokud se vyučující rozhodne toto řešení nezobrazit, prezentace bude ze snímku č. 3 pokračovat rovnou na snímek č. 4.³

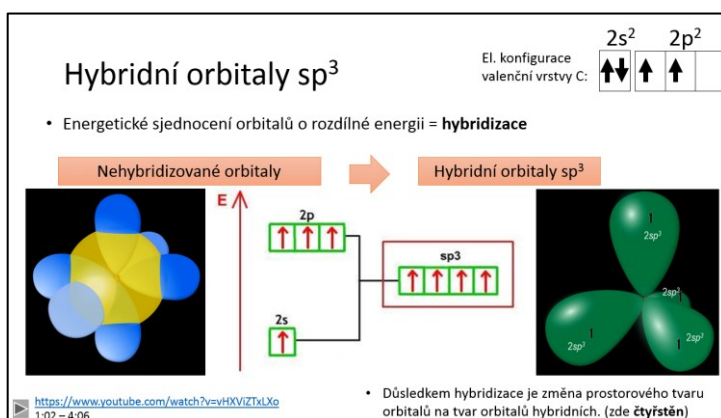
Snímek č. 4:



Obrázek 30 – Snímek č. 4

Didaktické poznámky: Na čtvrtém snímku prezentace je znázorněna elektronová konfigurace uhlíku, tvar nehybridizovaných orbitalů a jejich energetické rozložení. Vyučující upozorní žáky na barevné odlišení jednotlivých orbitalů.

Snímek č. 5:



Obrázek 31 – Snímek č. 5

Didaktické poznámky: Snímek obsahuje vznik hybridizace sp^3 a obrázek hybridních orbitalů se znázorněním jejich energetického rozložení. V levém dolním rohu

³ Stejně instrukce a doporučení ohledně znázornění řešení platí i pro snímek č. 6 (resp. jeho řešení na snímku č. 13), snímek č. 9 (resp. jeho řešení na snímku č. 14) a snímek č. 11 (resp. jeho řešení na snímku č. 15).

se nachází odkaz na video Hybrid Orbitals explained – Valence Bond Theory (viz kap. 3.4.2). Tohoto videa může vyučující využít při výkladu. V uvedeném čase (1 min 18 s – 5 min 21 s) video znázorňuje vznik hybridních orbitalů sp^3 .

Snímek č. 6, snímek č. 13:

Hybridní orbitály sp^3

Pracovní list

- Spojením orbitalu s a orbitalu p vzniknou 4 hybridní orbitály
- Jedná se o hybridizaci

• Tuto hybridizaci nalezneme v molekulách a

Řešení

Hybridní orbitály sp^3

ŘEŠENÍ

Pracovní list

- Spojením 1 orbitalu s a 3 orbitalu p vzniknou 4 hybridní orbitály sp^3
- Jedná se o hybridizaci sp^3

• Tuto hybridizaci nalezneme v molekulách methanu a ethanu

Pokračovat

Obrázek 32 – Snímek č. 6, snímek č. 13

Didaktické poznámky: Šestý snímek obsahuje druhou úlohu z pracovního listu, jejíž cílem je upevnění poznatků o hybridizovaném stavu sp^3 , které byly vyloženy na předchozím snímku č. 5 (popř. ve videu). Vyřešením druhé úlohy v pracovním listu získají žáci přehledné poznámky o hybridizovaném stavu sp^3 a energii orbitalů.

Snímek č. 7:

Methan, Ethan

- 4 hybridní orbitály sp^3

σ = sigma bond (= single bond)

<https://www.youtube.com/watch?v=vHXVIZTxLXo>
4:06-5:21

σ vazba – překryvem sp^3 orbitalů
= jednoduchá vazba

ETHANE BONDING (SIGMA BONDS)

tetrahedral tetrahedral

ethane, C_2H_6

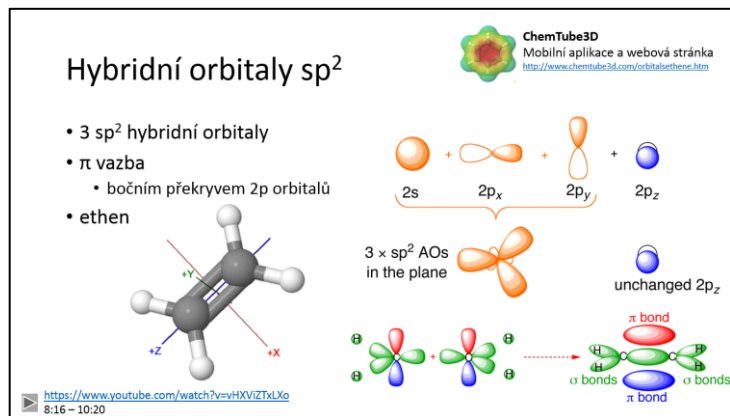
https://www.youtube.com/watch?v=0l2bWZ_MmW
(pro domácí přípravu)

Obrázek 33 – Snímek č. 7

Didaktické poznámky: Snímek č. 7 navazuje na poslední otázku druhé úlohy z pracovního listu. Poskytuje vizualizaci molekul methanu a ethanu z pohledu hybridních orbitalů. V levém dolním rohu nalezneme odkaz na stejné video (viz kap. 3.4.2). Ve videu se v uvedeném čase (4 min 6 s – 5 min 21 s) nachází kompletní popis vizualizace molekuly methanu. V levém dolním okraji nalezneme odkaz na video Ethane bonding

(viz kap. 3.4.3). Z videa je vytvořen obrázek orbitalů v molekule ethanu. Tohoto videa mohou žáci využít v domácí přípravě (viz kap. 3.4.3 a 3.4.4.).

Snímek č. 8:



Obrázek 34 – Snímek č. 8

Didaktické poznámky: Snímek obsahuje princip vzniku dvojné vazby. V pravém horním rohu se nachází odkaz na webové stránky ChemTube3D (viz kap. 3.3.3). V levém dolním rohu nalezneme opět odkaz na video Hybrid Orbitals explained – Valence Bond Theory (viz kap. 3.4.2). V tomto videu se v uvedeném čase (8 min 16 s – 10 min 20 s) nachází kompletní popis vizualizace molekuly ethenu a dvojné vazby s důrazem na orbitály. Po kliknutí na webové stránky ChemTube3D se nachází interaktivní okno, kde lze dobře provádět vizualizaci molekuly a vazeb s důrazem na hybridní orbitály. Výhodou webové stránky je, že existuje stejnojmenná aplikace ChemTube3D (viz kap. 3.2.1). Vyučující může doporučit žákům její nainstalování do mobilního telefonu a poté zařadit do výuky práci s mobilní aplikací. Žáci mohou mít za úkol pomocí příkazů „show sp^2 framework“, „show remaining p orbitals“, show resulting p orbitals“ a „load H ls“ pozorovat hybridní orbitály v molekule ethenu.

Snímek č. 9 a snímek č. 14:

Hybridní orbitály sp^2

Pracovní list

- Spojením orbitalů s a orbitalů p vzniknou 3 hybridní orbitály
- Jedná se o hybridizaci
- Tuto hybridizaci nalezneme v molekule

Řešení

Hybridní orbitály sp^2

ŘEŠENÍ

Pracovní list

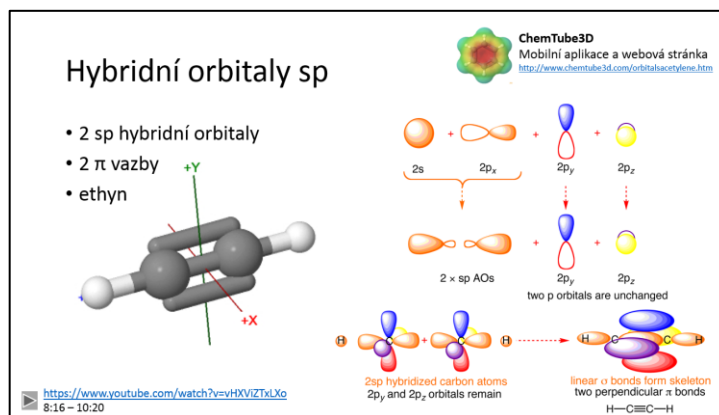
- Spojením .1. orbitalů s a .2. orbitalů p vzniknou 3 hybridní orbitály **sp^2**
- Jedná se o hybridizaci **sp^2**
- Tuto hybridizaci nalezneme v molekule **ethenu**

Pokračovat

Obrázek 35 – Snímek č. 9, snímek č. 14

Didaktické poznámky: Na snímku č. 9 se nachází zadání třetí úlohy z pracovního listu, kde si žáci zopakují poznatky o hybridizovaném stavu sp^2 , které byly vyloženy na předchozím snímku č. 8 (popř. ve videu nebo v mobilní aplikaci ChemTube3D). Vyřešením úlohy získají žáci přehledné poznámky o hybridizovaném stavu sp^2 .

Snímek č. 10:



Obrázek 36 – Snímek č. 10

Didaktické poznámky: Snímek obsahuje princip vzniku trojné vazby z pohledu hybridizace orbitalů. V pravém horním rohu se stejně jako u hybridních orbitalů sp^2 nachází odkaz na webové stránky ChemTube3D (viz kap. 3.3.3). V levém dolním rohu nalezneme opět odkaz na video Hybrid Orbitals explained – Valence Bond Theory (viz kap. 3.4.2). Ve videu se v uvedeném čase (8 min 16 s – 10 min 20 s) nachází kompletní popis vizualizace molekuly ethynu a trojné vazby s důrazem na hybridizaci a orbitály. Vyučující může opět zařadit práci s mobilní aplikací ChemTube3D (viz didaktické poznámky ke snímku č. 8). Žáci mohou mít za úkol pomocí příkazů „show sp framework“, „show remaining px orbitals“, „show remaining py orbitals“ a „load H 1s“ pozorovat hybridní orbitály v molekule ethynu.

Snímek č. 11:

Hybridní orbitály sp

Pracovní list

- Spojením orbitalu s a orbitalů p vzniknou 2 hybridní orbitály
- Jedná se o hybridizaci
- Tuto hybridizaci nalezneme v molekule

Řešení

Hybridní orbitály sp

Pracovní list

- Spojením **1** orbitalu s a **1** orbitalů p vzniknou 2 hybridní orbitály **sp**
- Jedná se o hybridizaci **sp**
- Tuto hybridizaci nalezneme v molekule **ethynu**

Pokračovat

Obrázek 37 – Snímek č. 11, snímek č. 15

Didaktické poznámky: Na snímku č. 11 je uvedena čtvrtá úloha z pracovního listu, kde si žáci zopakují poznatky o hybridizovaném stavu sp, které byly vyloženy na předchozím snímku č. 10 (popř. ve videu). Vyřešením úlohy získají žáci přehledné poznámky o hybridizovaném stavu sp.

Závěrem prezentace je vhodné vrátit se k na začátku položené otázce: „Jaký je rozdíl mezi jednotlivými typy vazeb a co je jeho příčinou?“.

Snímek č. 16: seznam zdrojů

Zdroje

- TEPLUKHIN, Alexander 1. 4. 1. *Molecular Constructor* [software]. [přístup 31. 3. 2019]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.alextepl.molconstr>
- Crash Chemistry Academy. Hybrid Orbitals explained - Valence Bond Theory. In: YouTube [online]. 4. 5. 2017 [cit. 2019-04-30]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=vHXVizTxlXo>
- WATSON, Gordon. EthaneBonding. In: YouTube [online]. 22. 11. 2012 [cit. 2019-04-30]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=0I2bWZ_MmwY&list=PLKSufNOH_UwLZD7H1a0Xb3CbeyvVS_cZAD&index=12
- Google Play [online]. *ChemTube3D* 24. listopadu 2013 [cit. 30. 4. 2019]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=www.chemtube3d.com>

Zdroje obrázků obsažené v pracovním listu:

- ELUC Chemie [online]. 28. 8. 2015 [cit. 30. 4. 2019]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/ucebnice/26/lekce>
- BRÍŽĎALA, Jan. *E-ChemBook: Multimediální učebnice pro gymnázia* [online]. [cit. 30. 4. 2019]. Dostupné z: <http://e-chembook.eu/>

Obrázek 38 – Snímek č. 16

3.5.3 Fixační fáze

V rámci fixační fáze je navržena aktivita s názvem Organické puzzle jako opakování tématu tvary molekul a vazby v nich⁴. Žáci si uvědomí, které pojmy k sobě

⁴ Obrázky použité pro Organické puzzle jsou obsaženy a citovány v předešlých kapitolách 3.2–3.4.

patří a vytvoří si stručný přehled o daném tématu. Je vhodné tuto aktivitu zařadit jako skupinovou práci, neboť žáci mohou o problematice diskutovat a společně aplikovat získané poznatky při jejím řešení.

Žáci mohou při řešení úkolu využít mobilní aplikaci ChemTube3D (viz kap. 3.2.1), kde si mohou najít potřebné informace a názorné obrázky k řešení této aktivity.

Tuto aktivitu lze upravit i pro práci s interaktivní tabulí. Vždy by se zobrazila jedna kartička vedle archu a žáci by chodili postupně k tabuli a přiřadili by danou kartičku na správné místo v archu.

Aktivita byla zpracována pomocí didaktického cyklu CMIARE (viz kap. 2.4).

Cíl: Žák aplikuje získané poznatky o hybridizovaných stavech a vizualizaci tvarů molekul v organické chemii. Žák sestaví posloupnost pojmů (sloučenina, vazba, hybridizovaný stav uhlíku) týkající se problematiky vizualizace molekul v organické chemii.

Cíl formulovaný žákům: „Cílem následující aktivity je utřídit pojmy týkající se hybridizace, která se uplatňuje v molekulách alkanů, alkenů a alkynů.“

Metoda: Žáci ve skupinách sestavují Organické puzzle (3-4 žáci ve skupině).

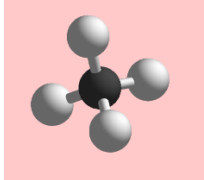
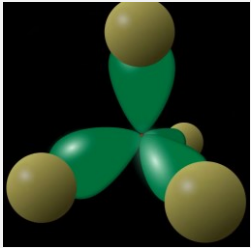
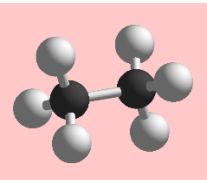
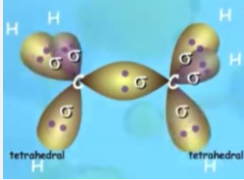
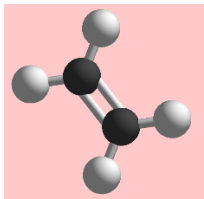
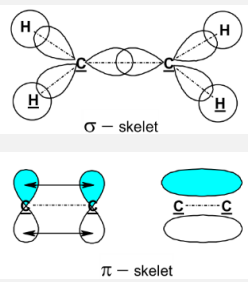
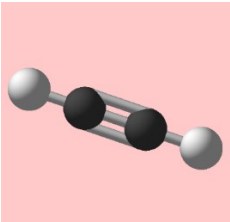
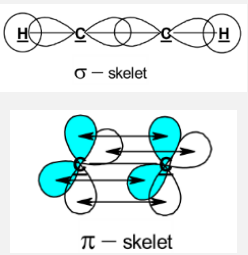
Instrukce: Vyučující si vytiskne materiál (Příloha č. 3). Materiál na druhém listu rozstříhá na jednotlivá políčka a kartičky zamíchá. Vyučující si takto připraví požadovaný počet archů a hromádek kartiček podle předpokládaného počtu skupin. Vyučující seznámí žáky se zadáním skupinové aktivity, rozdělí je do skupin a každé skupině rozdá připravený arch a kartičky.

Zadání pro žáky: „Do prázdných políček v archu umístěte správné kartičky s chybějícím pojmem, molekulou apod., které patří do daného řádku či sloupce.“

Akce: Žáci budou ve skupinách plnit zadání aktivity a diskutovat nad jejím řešením. Vyučující promítne žákům řešení dané aktivity (Obrázek 39) a žáci si zkontrolují, zda mají vše správně.

Reflexe: Vyučující může sám reagovat na získané podněty, které u žáků odpozoroval v průběhu fáze akce. Vyučující se může jednotlivých skupinek zeptat na počet chyb, aby měl zpětnou vazbu. Poté se může rozvinout diskuse nad případnými chybami a problémy, které vznikly.

Evaluaace: Každá skupinka dostane za úkol vymyslet otázku týkající se tématu Tvary molekul a vazby v nich. Tuto otázku poté zadá jiné skupině, která jí zodpoví. Takto se prostřídají postupně všechny skupiny.

Název sloučeniny a prostorový vzorec	Vazba	Znázornění vazeb v příslušné molekule	Hybridizovaný stav uhlíku
Methan 	Jednoduché vazby σ		hybridizovaný stav uhlíku: sp^3
Ethan 	Jednoduchá vazba σ (mezi atomy uhlíku)		hybridizovaný stav uhlíku: sp^3
Ethen 	Dvojná vazba $\sigma + \pi$ (mezi atomy uhlíku)		hybridizovaný stav uhlíku: sp^2
Ethyn 	Trojná vazba $\sigma + 2\pi$ (mezi atomy uhlíku)		hybridizovaný stav uhlíku: sp

Obrázek 39 – Organické puzzle – řešení

3.5.4 Balonky

Tato aktivita je navržena jako opakování tématu tvary molekul a vazby v nich se zařazením na začátek následující hodiny. Navržená časová dotace pro aktivitu s balonky je 15 - 20 minut.

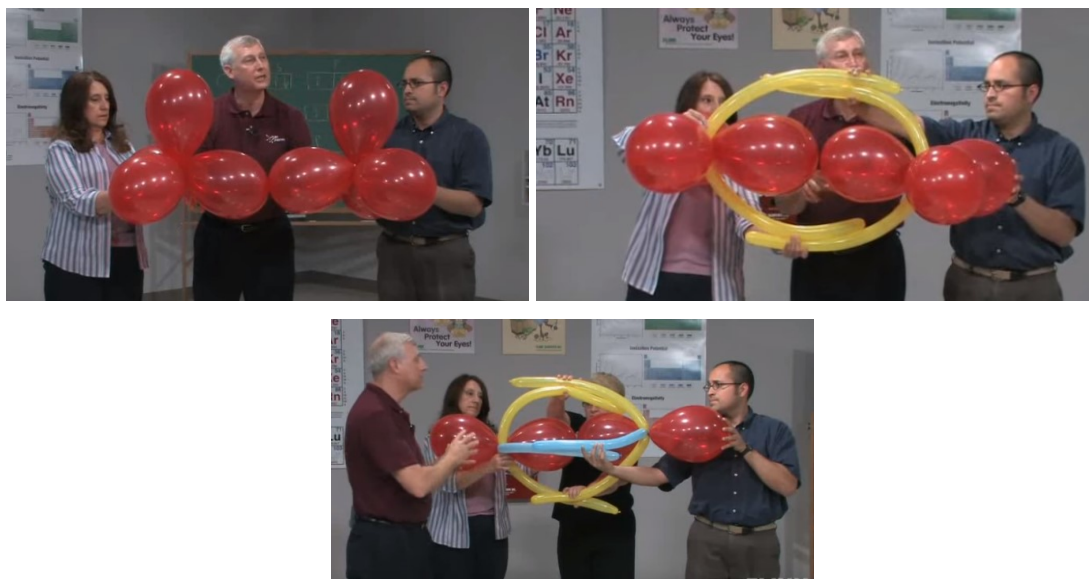
Aktivita byla zpracována pomocí didaktického cyklu CMIARE (viz kap. 2.4).

Cíl: Žák sestaví a porovná jednotlivé hybridizované stavy uhlíku.

Cíl formulovaný žákům: Pomocí dvou typů balonků se pokuste sestavit a porovnat jednotlivé hybridizované stavy uhlíku.

Metoda: Žáci pracují s nafukovacími balonky ve skupinách (3-4 žáci ve skupině).

Instrukce: Vyučující připraví do sáčků lísteček s hybridizovaným stavem atomu uhlíku (sp^3 , sp^2 , sp) a přidá k němu požadovaný počet balonků pro znázornění dvouuhlíkaté sloučeniny (8 balonků pro hybridizovaný stav sp^3 , 6 balonků a 2 tvarovací balonky pro hybridizovaný stav sp^2 , 4 balonky a 4 tvarovací balonky pro hybridizovaný stav sp). Inspiraci může vyučující čerpat z obrázků (Obrázek 40) a z videa [37]. Vyučující může obrázek promítnout, aby měli žáci představu o výsledku jejich skupinové práce.



Obrázek 40 – Balonky (skupinová práce) [37]

Vyučující upozorní žáky, že kulaté balonky reprezentují hybridizovaný stav sp^3 a dlouhé úzké balonky reprezentují nehybridizované p orbitaly. Může jim ukázat možnost spojení balonků k sobě, aby byly využitelné pro demonstraci hybridizovaných stavů. Vyučující rozdělí v hodině žáky do tří až čtyřčlenných skupin a zástupce každé skupiny vylosuje 1 sáček se zadaným hybridizovaným stavem a připravenými balonky.

Zadání pro žáky: Sestrojte ve skupinách pomocí nafouknutých balonků zadané hybridizované stavy uhlíku a demonstруйте je na molekule se dvěma uhlíky, ve které se daný hybridizovaný stav vyskytuje.

Akce: Žáci budou ve skupinách sestavovat zadaný hybridizovaný stav a vyučující bude obcházet jednotlivé skupinky a pozorovat práci žáků a sbírat podněty pro reflexi.

Reflexe: Vyučující zadá každé skupině např. otázku: „Co vám činilo největší problém při plnění úkolu?“ Zástupce každé skupinky odpoví velmi stručně na otázku. Vyučující může sám reagovat na získané podněty, které u žáků odpozoroval v průběhu fáze akce.

Evaluace: Skupinky předvedou své výtvary před ostatními spolužáky. Žáci stručně popíší příslušný hybridizovaný stav a tím si zafixují pojmy spojené s touto problematikou. Vyučující může zadat následující úkol: „Lze vytvořit molekulu, která bude obsahovat více atomů uhlíku, a zároveň budou vedle sebe dva atomy uhlíku, které mají rozdílnou hybridizaci (např. hybridizaci sp^3 a sp nebo sp^2 a sp)? Pokuste se společně tuto molekulu navrhnout a demonstrovat.“

4 Diskuse

Bakalářská práce se zabývá problematikou vizualizace základních tvarů molekul v organické chemii (resp. základních typů uhlovodíků) a vazeb v nich s důrazem na hybridní orbitály. Nejprve bylo nutné zjistit, jakým způsobem se k vizualizaci jako takové staví kurikulární dokumenty (RVP G a ŠVP). Poté byly analyzovány dostupné didaktické prostředky a byl zkoumán obsah analyzovaného tématu ve vybraných didaktických prostředcích, jakými byly učebnice, mobilní aplikace, webové stránky a videa volně dostupná na internetu. Cílem bakalářské práce bylo připravit vyučovací hodinu, která by se analyzovaným tématem zabývala. V přípravě na hodinu byly využity nejrozumnější analyzované didaktické prostředky volně dostupné na internetu.

Na základě analýzy RVP G bylo zjištěno, že v jeho obsahu v předmětu chemie není zmíněn pojem vizualizace, ani přímo učivo týkající se základních tvarů molekul v organické chemii. Následně byla vybrána ŠVP tří různě zaměřených gymnázií. Zjistilo se, že žádný z analyzovaných ŠVP neobsahuje učivo ani výstupy, které by se přímo týkaly vizualizace základních tvarů molekul v organické chemii. Zařazení tohoto tématu do výuky je tak volbou vyučujícího a může se stát, že se žáci v průběhu výuky předmětu chemie s vizualizací tvarů molekul nesetkají.

Pro účely zjištění, jakým způsobem je analyzované téma zpracováno v didaktických prostředcích, byla provedena jejich analýza. Z didaktických prostředků byly vybrány učebnice, mobilní aplikace, webové stránky a videa volně dostupná na internetu. Analýza byla provedena na základě kritérií pro příslušný didaktický prostředek.

Z analýzy učebnic vyplynulo, že obsahují statické zobrazení tvarů molekul a vazeb v nich, avšak obrázky bývají velmi jednoduché a s výjimkou publikace Přehled středoškolské chemie i velmi málo názorné. Autorka práce se domnívá, že by bylo vhodné využívat ve výuce i jiné didaktické prostředky a doporučovat je žákům také k domácí přípravě. Vizualizace tvarů molekul a vazeb v nich by mohla probíhat při výuce pomocí stavebnic organické chemie. Avšak tyto stavebnice nemusí být ve škole k dispozici, nebo mohou být již ve špatném stavu a zakoupení nových stavebnic může být pro školu velmi finančně náročné a i tak je jejich použití ve výuce omezené (nejsou zobrazeny nevazebné elektronové páry, jednotlivé orbitály atd.). Proto by bylo vhodné při výuce využívat jiné dostupné didaktické prostředky. Z tohoto důvodu se autorka práce zaměřila na nejběžnější

dostupné prostředky pro žáky – mobilní aplikace a na internetu dostupná videa či webové vzdělávací portály.

Přestože žáci vlastní mobilní telefony a mají možnosti připojení na internet [2], bývá běžnou praxí tyto nástroje ve výuce nepoužívat, či je dokonce zakazovat. Z analýzy mobilních aplikací dokonce vyplynulo, že pro vizualizaci základních organických molekul existuje mnoho vzdělávacích aplikací. Z celé nabídky aplikací byly vybrány tři, které byly podrobně analyzovány. Pokud by vyučující chtěl, aby si žáci pouze prohlédli prostorovou strukturu molekuly, je vhodná mobilní aplikace OVC – Organic Chemistry Visualized. Mobilní aplikaci Molecular Constructor lze zase naopak využít, pokud vyučující si klade za cíl, aby žák přímo sestrojil danou molekulu. Aplikace pak sama dokáže optimalizovat její strukturu. Asi největší využití ve výuce by mohla najít mobilní aplikace ChemTube3D, která umožňuje např. interaktivní zobrazení prostorového tvaru molekul a vazeb v nich nebo vizualizaci hybridních i nehybridizovaných orbitalů. Výhodou této aplikace je existence stejnojmenných webových stránek (viz níže). Pomocí této aplikace by mohli žáci porozumět souvislostem mezi vazbou v organické molekule a obecným poznatkům o orbitalech.

Dalším didaktickým prostředkem při výuce mohou být vzdělávací webové portály s chemickou tematikou. Byly hodnoceny tři vybrané weby. Nejméně názornou webovou stránkou byla E-Chembook, která obsahuje pouze velmi stručné informace o vazbách v organických sloučeninách a není zde kladen žádný důraz na vizualizaci molekul. Na webových stránkách Elektronická učebnice nalezneme podrobnější popis vazeb v molekulách alkanů, alkenů a alkynů. Vše je znázorněno na jednoduchých přehledných obrázcích. Výhodou Elektronické učebnice je, že obsahuje odkazy na videa EthaneBonding, EtheneBonding, EthyneBonding, jejichž autorem je Gordon Watson. Videa obsahují velmi přehledné animace vzniku vazeb (viz dále). Nejvíce využitelnou webovou stránkou při výuce by mohla být ChemTube3D, která existuje ke stejnojmenné mobilní aplikaci diskutované výše. Webová stránka má stejné funkce jako mobilní aplikace, proto je vhodné ji do výuky zařadit, neboť vyučující může pracovat s interaktivním oknem a žáci si hned mohou tyto funkce sami vyzkoušet ve svých mobilních telefonech. Navíc všechny obrázky a interaktivní okna obsahují velmi názornou vizualizaci základních tvarů molekul, vazeb i orbitalů.

Video je rovněž didaktickým prostředkem, který by bylo možné ve výuce využít. Byla provedena analýza celkem šesti videí ze tří zdrojů. Videa z Khanovy školy obsahují

velmi jednoduché nákresy vzniku vazeb v alkanech a alkenech. Obrázky nejsou příliš kvalitní, a proto by video nemuselo být zařazeno přímo do vyučovací hodiny. Video EthaneBonding, EtheneBonding, EthyneBonding, na něž nalezneme odkaz na webových stránkách webového portálu Elektronická učebnice, obsahují zpracované vizualizace tvarů molekul s důrazem na vizualizaci orbitalů při vzniku vazeb v alkanech, alkenech a alkynech. Je vhodné videa doporučit žákům spíše pro domácí přípravu, přestože je vizualizace provedena velmi názorně, avšak video není dostupné v příliš velké kvalitě zobrazení. Poslední analyzované video Hybrid Orbitals explained – Valence Bond Theory obsahuje velmi přehledně zpracovanou vizualizaci principu vzniku vazeb alkanů, alkenů a alkynů, která vychází ze struktury uhlíku.

V rámci praktické části byla připravena vyučovací hodina s využitím vzdělávacích didaktických prostředků, které byly analyzovány. Bylo by vhodné, aby vyučující sdělil žákům cíl a zdůvodnil, proč je důležité se danou problematikou vůbec zabývat. Žák by měl být seznámen nejen s krátkodobým cílem na danou vyučovací hodinu, ale i s dlouhodobým cílem aplikace svých nově získaných poznatků. Dlouhodobý cíl by mohl u žáka zvýšit zájem o učivo, neboť bude vědět, že pokud získá nové poznatky, bude je moci aplikovat a pomůže mu to v pochopení dalšího učiva. Poznatků z vyučovací hodiny, která je obsažena v praktické části, žák využije v dalším studiu organické chemie při zkoumání chemických vlastností sloučenin.

Ve vyučovací hodině byla zařazena úvodní aktivita – Organická čtyřsměrka, poté powerpointová prezentace propojená s pracovním listem a na závěr hodiny byla zvolena skupinová práce s názvem Organické puzzle. V úvodní aktivitě Organická čtyřsměrka si žáci procvičí základní chemické pojmy a názvosloví základních nejjednodušších organických sloučenin. Didaktický potenciál powerpointové prezentace využívá videí, webových stránek a mobilních aplikací, které byly analyzovány. Tato prezentace je spojena s pracovním listem. Doplněním úkolů v pracovním listu získají žáci ucelené poznámky k dané problematice. Tím by mohlo být zajištěno, že žáci budou při výkladu dávat pozor. Učitel jim dá možnost, aby si pouze doplnili chybějící informace do již strukturovaných poznámek, které jim doma poslouží jako studijní materiál. Pro účely fixace učiva byla navržena aktivita Organické puzzle. Tato aktivita obsahuje přehled nedůležitějších pojmů a obrázků k danému tématu. Poslední navržená aktivita s názvem Balonky by mohla být zařazena do výuky např. v následující vyučovací hodině jako opakování probraného tématu tvarů molekul a vazeb v nich.

Diskutabilní se zdá být zařazení tématu do výuky chemie. Dle učebnice Přehled středoškolské chemie je problematika diskutována především v části věnované Obecné chemii. V Chemii pro čtyřletá gymnázia je téma zařazeno k alkanům (hybridizovaný stav sp^3), alkenům a alkynům (problematika dvojně a trojně vazby). V poslední analyzované publikaci Odmaturuj! z chemie obdobně jako u Chemie pro čtyřletá gymnázia je zařazena k alkanům, alkenům a alkynům avšak bez propojení na atomové orbitály a jejich hybridizaci. Autorka práce navrhla zařazení navržené vyučovací hodiny do úvodu organické chemie s tím, že nejprve vyučující seznámí žáky se základními pojmy organické chemie (alkany, alkeny a alkyny) a se základním názvoslovím těchto uhlovodíků. Je možné názvosloví probírat i později, poté je zapotřebí upravit aktivitu „Organická čtyřsměrka“ a nahradit pojmy související s názvoslovím jinými pojmy.

Co se týká používání přídavných jmen hybridní a hybridizovaný, bylo zjištěno, že odborná literatura [38], [39] používá sousloví hybridní orbital; hybridizovaný (atomový) orbital; nehybridizovaný (atomový) orbital a hybridizovaný stav atomu. Této terminologie bylo dodrženo, pokud se nejednalo o přepis částí z analyzovaných materiálů v kapitolách 3.1 až 3.4.

5 Závěr

Teoretická část bakalářské práce byla zaměřena na analýzu Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia a vybraných školních vzdělávacích programů pro gymnázia. Bylo zjištěno, že v těchto kurikulárních dokumentech není kladen důraz na vizualizaci základních tvarů molekul v organické chemii.

V teoretické části byl vymezen pojem didaktický prostředek a byla sepsána kritéria pro analýzu vybraných didaktických materiálů (učebnice, mobilní aplikace, webové stránky a videa). U kritériích pro hodnocení didaktických prostředků byl kladen důraz na faktickou správnost, schopnost motivovat žáky, vzhled didaktického prostředku, jeho dostupnost a další vlastnosti.

Praktická část byla zaměřena na hodnocení vybraných didaktických prostředků podle kritérií, která byla sepsána v teoretické části. Byly hodnoceny tři učebnice, tři mobilní aplikace, tři webové stránky a celkem šest videí volně dostupných na internetu.

V praktické části byla též představena příprava na jednu vyučovací hodinu, která se zabývá tvarem molekul v organické chemii a vazeb v nich. V rámci přípravy byl kladen důraz na vizualizaci molekul pomocí analyzovaných didaktických prostředků. Na začátku hodiny byla zvolena aktivita s názvem Organická čtyřsměrka, kde si žáci zopakují základní poznatky z názvosloví a v tajence získají pojmy týkající se nové kapitoly. Poté byla zařazena výkladová powerpointová prezentace, kde je žákům daná problematika vysvětlena. Tato prezentace je propojena s pracovním listem a žáci v průběhu výkladu plní úkoly a doplňují si tak pracovní list, čímž získají ucelené poznámky o probíraném tématu. Po výkladu byla navržena skupinová práce s názvem Organické puzzle, pomocí které si žáci vytvoří ucelený stručný přehled nejdůležitějších poznatků probraného tématu. Byla navržena ještě jedna skupinová aktivita, ve které žáci pomocí balonků demonstrují získané poznatky.

6 Použité zdroje

- [1] *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia* [online]. Praha: Výzkumný ústav pedagogický, 2007. [cit. 2018-03-09]. ISBN 978-80-87000-11-3. Dostupné z: www.nuv.cz/file/159
- [2] ŠULCOVÁ, Renata. *Aktivizační metody a formy práce v chemickém vzdělávání v kontextu RVP - zaměřeno na přípravu učitelů chemie*. Praha, 2008. Disertační práce. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Marie Solárová.
- [3] *Jednotlivci v ČR používající mobilní telefon, 2018* [online]. Praha: Český statistický úřad 19. 11. 2018. [cit. 2019-04-30]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/vybrane-cinnosti-provadene-jednotlivci-na-internetu-pro-soukrome-ucely>
- [4] SPOUSTA, Vladimír. *Vizualizace: gnostický a komunikační prostředek edukologických fenoménů*. Brno: Masarykova univerzita, 2007. Spisy Pedagogické fakulty Masarykovy univerzity. ISBN 978-80-210-4420-3.
- [5] ČÁP, Jan a Jiří MAREŠ. *Psychologie pro učitele*. Vydání druhé. Praha: Portál, 2007. ISBN 978-80-7367-273-7.
- [6] ŠKOLNÍ VZDĚLÁVACÍ PROGRAM pro čtyřleté gymnázium a vyšší stupeň víceletého gymnázia (osmiletého, šestiletého) zpracovaný podle RVP G [online] Copyright ©. [cit. 2019-04-30]. Dostupné z: <https://www.klatovynet.cz/gymkt/user/2018/svp-vyssi-gymnazium-201810.pdf>
- [7] Chemie. Gymnázium Botičská [online]. [cit. 2019-04-30]. Dostupné z: <http://www.gybot.cz/data/h/Z/X/08-Chemie.pdf>
- [8] ŠKOLNÍ VZDĚLÁVACÍ PROGRAM ŠVP GJP 2017 [online]. Copyright ©. [cit. 2019-04-30]. Dostupné z: http://www.gjp1.cz/new/svp/SVP_GJP_2017_web.pdf
- [9] KOVÁŘOVÁ, Pavla. Hodnocení efektivity výukové aplikace. In: ČERNÝ, Michal a Pavlína MAZÁČOVÁ. *Tablet ve školní praxi*. Masarykova univerzita. 2015. ISBN 978-80-88123-0206. Dostupné z: <http://eknihy.knihovna.cz/static/files/tablet-ve-skolni-praxi.pdf>
- [10] ZORMANOVÁ, Lucie. *Obecná didaktika: pro studium a praxi*. Praha: Grada, 2014. Pedagogika. ISBN 978-80-247-4590-9.

- [11] KALHOUS, Zdeněk a Otto OBST. *Školní didaktika*. Vyd. 2. Praha: Portál, 2009. ISBN 978-80-7367-571-4.
- [12] ROBERTS, Royston M. a James G. TRAYNHAM. Molecular Geometry: As Easy as Blowing Up Balloons. *Journal of chemical education*. 1976, (4). DOI: 10.1021/ed053p233. Dostupné z: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed053p233?journalCode=jceda8>
- [13] SIKOROVÁ, Zuzana. Návrh seznamu hodnotících kritérií pro učebnice základních a středních škol. In: MAŇÁK, Josef a Petr KNECHT. *Hodnocení učebnic, Pedagogický výzkum v teorii a praxi Svazek: 7*. Brno: Paido, 2007, s. 140. ISBN 978-80-7315-148-5. Dostupné z: http://www.paido.cz/pdf/hodnoceni_ucebnic.pdf
- [14] ROBOVÁ, Jarmila. Webové stránky - učebnice pro 21. století? 6. žilinská didaktická konference, 2007 [online]. [cit. 2019-04-30]. Dostupné z: http://www.karlin.mff.cuni.cz/~robova/ke_stazeni/robova_zilina09.pdf
- [15] BÍLEK, Martin. *Vybrané aspekty vizualizace učiva přírodovědných předmětů: Obrazový materiál - možnosti a meze jeho využití ve výuce (chemie)*. Hradec Králové: M & V, 2007. ISBN 80-86771-21-0.
- [16] SRB, Vladimír a kol. *Jak na osobnostní a sociální výchovu?* Praha, Projekt Odyssea 2007. ISBN 978-80-87145-00-5. Dostupné z: <https://docplayer.cz/149300-Jak-na-osobnostni-a-socialni-vychovu-metodiky-zkusenosti-moznosti-vzdelavani-vladimir-srb-a-kol-obcanske-sdruzeni-projekt-odyssea.html>
- [17] NOVOTNÝ, Petr a Milan POL. *Výukový proces z pohledu současné školní didaktiky*. Masarykova univerzita. Filozofická fakulta. 2002 [online] Dostupné z: https://www.academia.edu/557076/V%C3%BDukov%C3%BD_proces_z_pohledu_sou%C4%8Dasn%C3%A9_koln%C3%AD_didaktiky.
- [18] HUVAROVÁ, Marie. *Nejpoužívanější středoškolské učebnice chemie na gymnáziích*. Olomouc, 2010. Bakalářská práce. Universita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra anorganické chemie. Vedoucí práce Marta Klečková.
- [19] HONZA, Jaroslav a Aleš MAREČEK. *Chemie pro čtyřletá gymnázia*. Díl 2. 3. přeprac. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2005. ISBN 80-7182-141-1.
- [20] VACÍK, Jiří. *Přehled středoškolské chemie*. 3. dopl. vyd., v SPN-pedag. nakl. 1. vyd. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 1995. ISBN 80-85937-08-5.
- [21] BENEŠOVÁ, Marika a Hana SATRAPOVÁ. *Odmaturuj z chemie*. Brno: Didaktis, c2002. Odmaturuj!. ISBN 80-86285-56-1.

- [22] GREEVES, Nick. *ChemTube3D* [software]. [přístup 31. 3. 2019]. Dostupné z: <http://www.chemtube3d.com/>
- [23] BUDGIETAINMENT 1.2. *Organic Chemistry Visualized* [software]. [přístup 31. 3. 2019]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.budgietainment.oc>
- [24] TEPLUKHIN, Alexander 1. 4. 1. *Molecular Constructor* [software]. [přístup 31. 3. 2019]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.alextepl.molconstr>
- [25] Google Play [online]. *ChemTube3D* 24. listopadu 2013. [cit. 30. 4. 2019]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=www.chemtube3d.com>
- [26] Google Play [online]. *Organic Chemistry Visualized*. 18. září 2018. [cit. 30. 4. 2019]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.budgietainment.oc>
- [27] Google Play [online]. *Molecular Constructor*. 10. srpna 2018. [cit. 30. 4. 2019]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.alextepl.molconstr>
- [28] ELUC Chemie [online]. 28. 8. 2015. [cit. 30. 4. 2019]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/ucebnice/26/lekce>
- [29] BŘÍŽĎALA, Jan. *E-ChemBook: Multimediální učebnice pro gymnázia* [online]. [cit. 30. 4. 2019]. Dostupné z: <http://e-chembook.eu/>
- [30] GREEVES, Nick. *ChemTube3D* [online]. [cit. 30. 4. 2019]. Dostupné z: <http://www.chemtube3d.com/>
- [31] Khan Academy. sp³ hybridized orbitals and sigma bonds. Structure and bonding. Organic chemistry. In: *YouTube* [online]. 23. 7. 2010. [cit. 2019-04-30] Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?time_continue=3&v=u1eGSL6J6Fo
- [32] Khan Academy. Pi bonds and sp² hybridized orbitals. Structure and bonding. Organic chemistry. In: *YouTube* [online]. 24. 7. 2010. [cit. 2019-04-30] Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?time_continue=5&v=lJX8DxoPRfk
- [33] Crash Chemistry Academy. Hybrid Orbitals explained - Valence Bond Theory. In: *YouTube* [online]. 4. 5. 2017. [cit. 2019-04-30]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=vHXViZTxLXo>
- [34] WATSON, Gordon. EthaneBonding. In: *YouTube* [online]. 22. 11. 2012. [cit. 2019-04-30]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=0l2bWZ_MmwY&list=PLKSufNOH_UwLZD7H1a0Xb3CbegyVScZAD&index=12
- [35] WATSON, Gordon. EtheneBonding. In: *YouTube* [online]. 22. 11. 2012.

- [cit. 2019- 04-30]. Dostupné z:
https://www.youtube.com/watch?v=FjAJH4IGoLo&list=PLKSufNOH_UwLZD7H1a0Xb3CbegyVScZAD&index=11
- [36] WATSON, Gordon. EthyneBonding. In: *YouTube* [online]. 22. 11. 2012.
[cit. 2019-04-30]. Dostupné z:
https://www.youtube.com/watch?v=yG1509YzKkI&list=PLKSufNOH_UwLZD7H1a0Xb3CbegyVScZAD&index=10
- [37] FlinnScientific. Balloons, Hybrid Orbitals and Multiple Bonds. In: *YouTube* [online]. 18. 12. 2012. [cit. 2019-04-30]. Dostupné z:
<https://www.youtube.com/watch?v=Kb0mxAMHnfE&t=185s>
- [38] VACÍK, Jiří. *Obecná chemie*. Aktualizoval a doplnil Karel Procházka. 2. vydání. Praha: Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, 2017. ISBN 978-80-7444-050-2.
- [39] MCMURRY, John. *Organická chemie*. V Brně: VUTIUM, 2007. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-214-3291-8.

7 Přílohy

Seznam tištěných příloh

Příloha č. 1: Organická čtyřsměrka.....	2
Příloha č. 2: Pracovní list.....	3
Příloha č. 3: Organické puzzle.....	5

Seznam elektronických příloh

Příloha č. 4: CD-R s powerpointovou prezentací	
--	--

Příloha č. 1: Organická čtyřsměrka

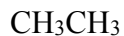
Instrukce:

Ve čtyřsměrce naleznete odpovědi na dané otázky a názvy uvedených sloučenin.

Prvek s protonovým číslem 6.



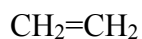
Sloučeniny uhlíku s vodíkem.



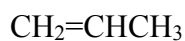
Část prostoru v okolí jádra, ve kterém



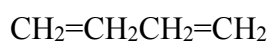
se vyskytuje elektron s 95%



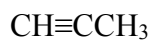
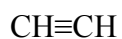
pravděpodobností.



Jak se nazývá vazba v alkenech ($\text{C}=\text{C}$)?



Jak se nazývá vazba v alkynech ($\text{C}\equiv\text{C}$)?

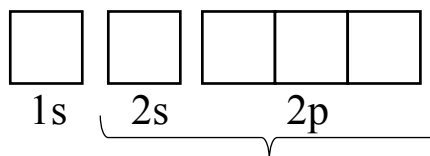


U	B	U	T	A	1	3	D	I	E	N
H	E	T	H	Y	N	M	V	U	T	E
L	O	L	E	K	P	U	O	H	H	T
O	L	Y	P	O	R	V	J	L	A	H
V	M	A	R	R	O	Z	N	Í	N	E
O	E	B	O	B	P	*	Á	K	Y	N
D	T	*	P	I	1	B	U	T	A	N
Í	H	H	1	T	E	Y	B	*	R	I
K	A	D	Y	A	N	I	Z	*	A	C
Y	N	E	N	L	T	R	O	J	N	Á

Příloha č. 2: Pracovní list

Organická chemie: Tvary molekul a vazby v nich

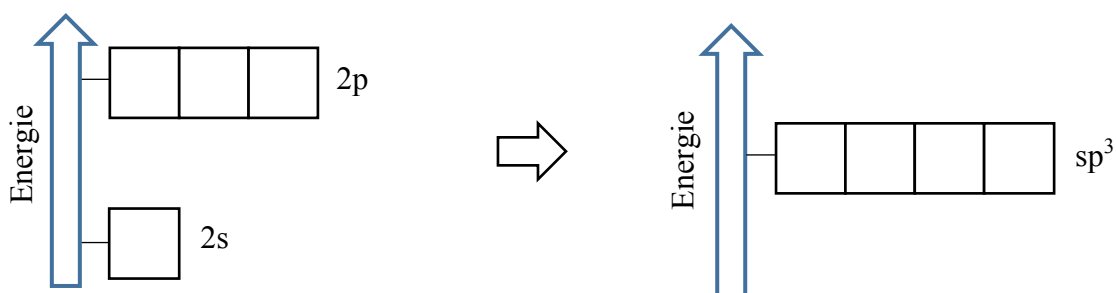
Zapište elektronovou konfiguraci uhlíku: ${}_6\text{C}$



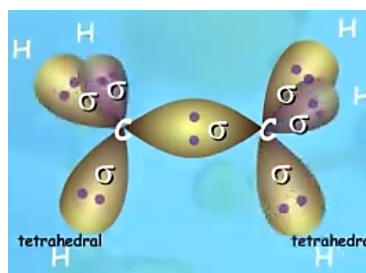
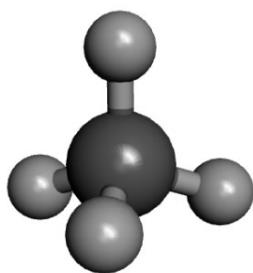
..... vrstva

Spojením orbitalu s a orbitalů p vzniknou 4 hybridní orbitaly

Jedná se o hybridizaci



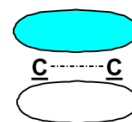
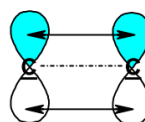
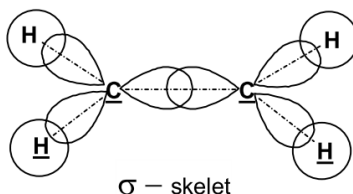
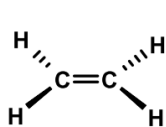
Tuto hybridizaci nalezneme například v molekulách a



Spojením orbitalu s a orbitalů p vzniknou 3 hybridní orbitály

Jedná se o hybridizaci

Tuto hybridizaci nalezneme v molekule

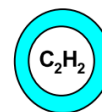
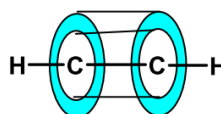
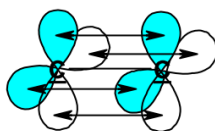
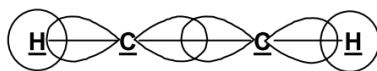


π – skelet

Spojením orbitalu s a orbitalu p vzniknou 2 hybridní orbitály

Jedná se o hybridizaci

Tuto hybridizaci nalezneme v molekule



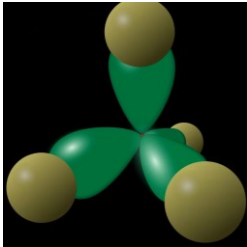
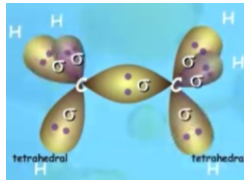
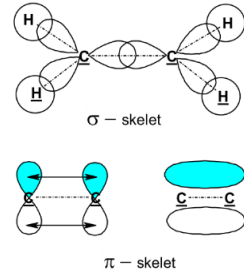
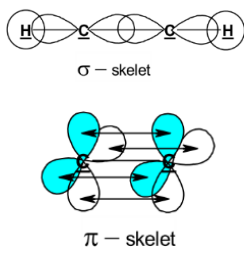
Příloha č. 3: Organické puzzle

Instrukce:

Do prázdných políček v archu umístěte správné kartičky s chybějícím pojmem, molekulou apod., které patří do daného řádku či sloupce.

Název sloučeniny a prostorový vzorec	Vazba	Znázornění vazeb v příslušné molekule	Hybridizovaný stav uhlíku
Methan 			
Ethan 			
Ethen 			
Ethyn 			

Kartičky:

<p>Jednoduché vazby σ</p>		<p>hybridizovaný stav uhlíku: sp^3</p>
<p>Jednoduchá vazba σ (mezi atomy uhlíku)</p>		<p>hybridizovaný stav uhlíku: sp^3</p>
<p>Dvojná vazba $\sigma + \pi$ (mezi atomy uhlíku)</p>		<p>hybridizovaný stav uhlíku: sp^2</p>
<p>Trojná vazba $\sigma + 2\pi$ (mezi atomy uhlíku)</p>		<p>hybridizovaný stav uhlíku: sp</p>